COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 NOVEMBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'*Analysis situs.
Note de M. H. Poincaré.

« Dans mon Mémoire sur l'*Analysis situs*, qui a été inséré dans le Cahier I (2e série) du *Journal de l'École Polytechnique*, j'ai démontré qu'à chaque variété fermée d'un nombre quelconque de dimensions correspond un groupe fondamental qui joue un rôle important dans l'étude des propriétés de cette variété envisagée au point de vue de l'*Analysis situs*.

» Parmi les variétés fermées à quatre dimensions, les plus intéressantes au point de vue des applications analytiques sont celles qui sont formées par les points réels et imaginaires d'une surface algébrique. Parmi ces

surfaces je me bornerai à celles qui ont pour équation

$$z^2 = F(x, y). \tag{1}$$

» J'ai été conduit à envisager spécialement ces surfaces, parce que je voulais étudier les variations de diverses intégrales doubles en vue d'applications au développement de la fonction perturbatrice.

» Je me suis donc proposé de déterminer le groupe fondamental de ces surfaces.

» Je supposerai que la courbe algébrique

$$F(x, y) = 0 \tag{2}$$

ne présente que des points ordinaires ou des points doubles ordinaires, mais ne possède ni point de rebroussement, ni tangente d'inflexion parallèle à l'un des axes, ni tangente en l'un des points doubles parallèle à l'un des axes, ni points triples ou multiples d'ordre supérieur, ni singularités d'ordre plus élevé.

» Si l'on suppose d'abord que y, au lieu de pouvoir prendre toutes les valeurs complexes, est assujetti à rester sur une courbe fermée donnée, nous obtiendrons une variété qui aura trois et non plus quatre dimensions, et sur laquelle je retiendrai un instant l'attention ; dans certains cas elle est identique, au point de vue de l'*Analysis situs*, à l'une de celles que j'ai définies dans le Mémoire cité du *Journal de l'École Polytechnique*, et que j'appelais le *sixième exemple*. Dans d'autres cas, elle peut être regardée comme une généralisation simple de ce sixième exemple.

» Venons maintenant à la variété à quatre dimensions définie par l'équation (1). Plusieurs cas sont à distinguer : ou bien la courbe (2) ne présente pas de point double, ni, par conséquent, la surface (1) de point conique.

» Alors le groupe cherché se réduit à une substitution unique, la substitution identique. On doit rapprocher ce résultat de celui qu'a obtenu M. Picard et d'après lequel tous les cycles à une dimension tracés sur la surface algébrique la plus générale de son degré peuvent être réduits à un point.

» Si la courbe (2) a un point double, une distinction est encore nécessaire ; on peut faire, en effet, deux conventions opposées au sujet du point conique de la variété (1). On peut le regarder comme un point ordinaire de cette variété, ou bien convenir qu'on n'a pas le droit de franchir ce point singulier.

» Avec la première convention, le groupe fondamental se réduit encore à une seule substitution. Cela sera encore vrai, avec la seconde convention, si le polynome F n'est pas décomposable en plusieurs facteurs.

» Examinons donc le cas où F est décomposable, et observons d'abord que nous devons supposer F de degré pair, afin d'éviter des difficultés pour les points à l'infini ; il est toujours aisé, d'ailleurs, par une transformation simple, de ramener le degré de F à être pair.

» Si F se décompose en deux facteurs de degré pair, le groupe contiendra deux substitutions ; si F se décompose en deux facteurs de degré impair, il n'en contiendra qu'une.

» Si F se décompose en trois facteurs de degré pair, il en contiendra quatre ; si F se décompose en trois facteurs, dont deux de degré pair, il en contiendra deux.

» Plus généralement, si F se décompose en n facteurs, le groupe contiendra 2^{n-1} substitutions si tous les facteurs sont de degré pair, et 2^{n-2} dans le cas contraire,

» Dans tous les cas, le nombre des substitutions du groupe fondamental est fini. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques effets chimiques produits par le rayonnement du radium.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Les résultats importants que notre éminent Confrère M. Berthelot a publiés dans la dernière séance de l'Académie, relatifs à quelques actions chimiques déterminées par le rayonnement du radium, m'ont engagé à publier aujourd'hui quelques observations déjà anciennes, entreprises en vue d'une étude comparative de certains effets chimiques provoqués par la lumière, et des effets produits par les nouveaux rayons.

» Dans ces recherches, si le corps radiant est autophosphorescent et s'il émet de la lumière en même temps que des rayons actifs, on doit le plus souvent séparer l'action de cette partie de l'énergie transformée, et rayonnée sous la forme lumineuse dont les effets sont connus. Tel est le cas des sels de baryum contenant du radium ; on arrête la lumière par du papier noir ou par une lame mince d'aluminium.

» Si l'on veut ensuite mesurer la totalité de l'énergie rayonnée on pourra ajouter l'effet de la lumière émise à celui du rayonnement obscur dont on aura préalablement fait la part.

» L'importance des réactions signalées par M. Berthelot consiste surtout en ce qu'elles sont formées avec absorption de chaleur, et qu'elles peuvent fournir une mesure de l'énergie qu'elles empruntent au rayonnement. Ces réactions viennent prendre place à côté de la production d'ozone observée par M. et Mme Curie ([1]).

» On sait que le rayonnement du radium se compose :

» 1° D'une partie déviable par un champ magnétique ou électrique, et identique au rayonnement cathodique;

» 2° D'une partie non déviable dont une fraction est très absorbable, et dont l'autre, extrêmement pénétrante, échappe partiellement aux mesures par la difficulté que l'on éprouve à arrêter et à transformer en énergie absorbable l'énergie qu'elle transporte au travers des corps.

» La partie déviable comprend une infinité de rayons inégalement déviables et inégalement absorbables dont il conviendrait d'étudier séparément les actions. Cette analyse spectrale d'un nouveau genre est aussi nécessaire pour l'étude du rayonnement nouveau, que l'est l'analyse des régions spectrales d'activité pour l'étude des effets chimiques produits par la lumière.

» L'application de la théorie balistique conduit à attribuer à chaque rayon déviable une énergie disponible mesurée par sa demi-force vive, et j'ai eu occasion ([2]) de mesurer cette force vive pour un faisceau déviable bien déterminé. L'énergie moyenne par centimètre carré, pour un tel faisceau, avait été trouvée égale à 5,1 unités C.G.S. par seconde, ce qui correspondrait à une quantité de chaleur égale à 10^{-5} calories environ en vingt-quatre heures. Mais ces nombres ne sont qu'une indication sur l'ordre de grandeur du phénomène, et il conviendrait dans chaque cas de considérer la somme des forces vives des divers faisceaux absorbés.

» En dehors des réactions endothermiques mentionnées plus haut, la plupart des actions chimiques, produites par le rayonnement du radium ou par la lumière, dégagent de la chaleur, de sorte que le rayonnement peut jouer seulement le rôle d'excitateur, et que le travail chimique peut dépendre principalement des corps en présence et de leurs proportions relatives.

» Avant de citer diverses actions qui ne paraissent pas avoir encore été signalées, on peut rappeler les actions photographiques, soit du rayonne-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 823.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 815; 26 mars 1900.

ment de l'uranium, soit de celui du radium, sur les sels d'argent. Le gélatinobromure d'argent a été la première substance sensible qui m'ait révélé l'existence du rayonnement de l'uranium, origine de tous les travaux ultérieurs. Le gélatinobromure d'argent est extrêmement sensible aux rayons obscurs de l'uranium ou du radium, tandis que certains papiers photographiques ou des plaques daguerriennes sont presque insensibles aux mêmes rayons, alors que ces papiers ou ces plaques sont très altérables à la lumière.

» On doit rappeler encore les phénomènes de coloration très énergiques observés par M. et Mme Curie sur les verres, la porcelaine, le papier; l'altération du platinocyanure de baryum et les colorations intenses du sel gemme et de la sylvine, observées par M. Giesel; puis encore l'action destructrice que les rayons du radium exercent sur la peau.

» M. et Mme Curie avaient observé que les verres se colorent tantôt en violet, tantôt en brun. Le verre ainsi coloré est devenu capable d'être phosphorescent par la chaleur, phénomène analogue à celui que j'ai signalé pour la fluorine. En le chauffant, la coloration disparaît, mais le verre peut reprendre sa coloration par une exposition ultérieure au rayonnement du radium. En répétant cette expérience en vue d'une conférence faite au mois d'avril 1901, j'ai obtenu sur un petit tube coloré, puis décoloré par échauffement, une coloration violette, en même temps qu'une coloration brune sur une partie non échauffée du même tube. Depuis six mois, cette coloration tend à devenir violette, bien que le tube ait été maintenu à peu près à l'abri de l'action de la lumière. M. et Mme Curie avaient du reste observé que les verres colorés par le radium peuvent changer de teinte à la lumière; ces effets sont conformes à ceux qui ont été observés par Faraday (1) et par Pelouze (2), sur la coloration des verres à la lumière.

» Parmi les phénomènes exothermiques, je signalerai aujourd'hui la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge sous l'influence du rayonnement du radium. L'expérience se fait très simplement en fondant un peu de phosphore au fond d'un tube plein d'eau, et en plongeant dans le tube, de façon à affleurer le phosphore, un petit tube de verre scellé contenant la matière active. Celle-ci était, du reste, contenue dans

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXV, p. 99; 1824.

(2) *Ibid.*, 4e série, t. X, p. 194; 1867.

un autre petit tube de verre scellé et enveloppé d'une feuille d'aluminium. En évitant l'action de la lumière, on voit, au bout de vingt-quatre heures, une proportion très appréciable de phosphore rouge dans le voisinage du tube radiant. En supprimant l'écran d'aluminium on ajoute à l'action du rayonnement obscur celui de la lumière émise par phosphorescence, mais l'effet n'est pas notablement différent. Le 22 juillet dernier, j'avais apporté à l'Académie un tube manifestant ce phénomène; je rapporte aujourd'hui le même tube qui, maintenu à l'obscurité, n'a pas changé d'aspect; la transformation ne s'est pas continuée en dehors du rayonnement. On sait, d'autre part, d'après MM. Troost et Hautefeuille, combien est complexe cette transformation.

» Une autre réaction très nette est la réduction du bichlorure de mercure en présence de l'acide oxalique. Le rayonnement du radium provoque, comme la lumière, la formation d'un précipité de calomel. L'expérience se fait en plongeant, à l'abri de la lumière, le petit tube radiant décrit plus haut, dans une dissolution contenant environ $6^{gr}, 5$ de bichlorure de mercure et $12^{gr}, 5$ d'acide oxalique pour 100^{gr} d'eau. La quantité de matière précipitée semble assez variable avec les conditions de l'expérience. Dans une expérience faite le 5 juillet dernier, on a obtenu 2^{mgr} de précipité en vingt-quatre heures. La surface rayonnante était de 24^{mm^2}.

» Comme complément à l'action destructive du rayonnement du radium sur les tissus organiques, je signalerai encore une série d'expériences entreprises à mon laboratoire, par M. Louis Matout, sur la germination de graines exposées au rayonnement du radium avant d'être plantées. Les expériences ont porté sur des graines de cresson alénois et de moutarde blanche. Des graines, en nombre égal, étaient disposées en une seule couche au fond de deux petits cylindres en papier fermés par une mince feuille de papier; l'un des cylindres était exposé au rayonnement du radium, l'autre servait de témoin.

» Une exposition de vingt-quatre heures n'a pas sensiblement modifié les graines; mais, en prolongeant l'exposition jusqu'à une semaine ou même davantage, on a obtenu ce résultat qu'aucune des graines ainsi exposées au rayonnement du radium et plantées ultérieurement n'a germé, tandis que les graines non exposées et plantées en même temps que les autres ont germé en moyenne dans la proportion de huit sur dix.

» Ce résultat bien net montre que l'action prolongée du rayonnement a détruit dans la graine la faculté de germer. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Électrolyse du chlorure d'ammonium en solution dans l'ammoniac liquéfié.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Dans un des derniers numéros des *Berichte*, M. Otto Ruff (¹) vient de publier des expériences intéressantes sur l'électrolyse de l'iodure d'ammonium et sur la non-existence de l'ammonium en présence d'une solution d'ammoniac liquéfié à la température de —95°.

» A la suite de nos recherches sur le lithium-ammonium (²) et le calcium-ammonium (³), nous avions fait quelques essais sur l'électrolyse des sels ammoniacaux des hydracides en solution dans l'ammoniac à —80°, mais nous n'avons encore rien publié sur ce sujet.

» Nous décrirons aujourd'hui ces expériences. En étudiant la solubilité des composés halogénés de l'ammonium dans l'ammoniac liquéfié à — 50°, on remarque que l'iodure d'ammonium est très soluble, que le bromure l'est encore suffisamment, que le chlorure l'est peu et enfin que le fluorure est à peu près insoluble.

» L'électrolyse du chlorure d'ammonium se fait avec facilité dans un appareil de verre et au moyen d'électrodes en platine. Nous avons employé un tube en U de forme spéciale que nous décrirons dans le Mémoire que nous donnerons sur ce sujet aux *Annales de Chimie*. Le gaz ammoniac est complètement privé d'eau par son passage sur de la potasse fondue, puis sur de la tournure de sodium. Nous avons vérifié tout d'abord les importants résultats de C. Frenzel (⁴), à savoir que la conductibilité de l'ammoniac liquéfié diminuait avec sa pureté. En faisant passer un courant de 115 volts et 30 ampères dans de l'ammoniac préparé avec soin, il ne se dégageait aucun gaz sur les deux électrodes et il ne passait qu'un centième d'ampère au travers du liquide. Aussitôt que l'on faisait dissoudre le chlorhydrate d'ammoniaque dans l'ammoniac, le courant passait avec facilité et l'on voyait des bulles gazeuses se dégager en abondance à chaque pôle sur les lames de platine. Au pôle positif il se produit du chlore qui colore toute

---

(¹) Otto Ruff, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXXIV, p. 2604; 1901.

(²) Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 685; 1898.

(³) Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 26; 1899.

(⁴) C. Frenzel, *Zeitschrift für Electrochemie*, n° 38, p. 477; 1900.

la masse en jaune. Il est assez curieux de remarquer qu'à cette basse température entre —60° et —80° il ne se dégage pas d'azote. On sait qu'à la température ordinaire le chlore en présence d'un excès d'ammoniaque fournit de l'azote et du chlorure d'ammonium,

$$4\,AzH^3 + 3\,Cl = Az + 3(AzH^4Cl).$$

Il ne se produit pas non plus de chlorure d'azote dans les conditions de notre expérience.

» Dès que le courant traverse la solution, on recueille au pôle négatif, et d'une façon continue, du gaz hydrogène. La combustion eudiométrique indique que cet hydrogène est pur.

» Ainsi, le chlorure d'ammonium en solution dans l'ammoniac liquéfié s'électrolyse avec facilité, mais il ne fournit que de l'hydrogène au pôle négatif et du chlore au pôle positif.

» Les résultats sont identiques avec l'iodure d'ammonium, ainsi que M. Otto Ruff l'a indiqué. Il se dégage de même de l'hydrogène au pôle négatif et de l'iode au pôle positif. Nous avons vérifié que le métalloïde ne réagit pas sur l'excès d'ammoniac à cette basse température et que l'on recueille de l'iode en nature. M. Hugo (1) vient de prouver qu'il n'en est pas de même à la température de — 33°,5 et que, dans ces conditions, l'iode en présence de l'ammoniac liquéfié donne le composé $AzI^3, 3\,AzH^3$.

» Du reste, on peut démontrer avec facilité que cette différence de réaction n'est due qu'à l'abaissement de température. Pour cela, on liquéfie du gaz ammoniac bien sec à — 70° sur de l'iode exactement privé d'eau. Le tube est porté ensuite à — 80°, puis on le scelle.

» Tant que la température ne s'élève pas au-dessus de —70° l'ammoniac reste incolore et les cristaux d'iode ne sont pas attaqués, L'expérience a duré toute une journée. Au contraire, si l'appareil est abandonné à la température du laboratoire, on voit bientôt se former un liquide de couleur foncée, très dense, qui se réunit au fond du tube. La réaction entre l'iode et l'ammoniac liquéfié ne se produit donc pas à — 70°. »

(1) Hugo, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXI, p. 23; 1900.

CHIMIE MINÉRALE. — *Décomposition du calcium-ammonium et du lithium-ammonium par le chlorure d'ammonium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« La solubilité des sels ammoniacaux dans l'ammoniac nous a permis d'entreprendre quelques expériences nouvelles sur l'ammonium.

» Nous avons pensé qu'un certain nombre de réactions chimiques pouvaient être faites à basse température, de façon à essayer de mettre l'ammonium en liberté si ce radical peut exister aux environs de $-100°$.

» Pour cela nous avons fait réagir le chlorhydrate d'ammoniac sur le calcium-ammonium. Ce dernier composé a pour formule $Ca(AzH^3)^4$.

» Si la réaction se produit, le calcium s'unira au chlore pour donner du chlorure de calcium, et l'ammonium sera mis en liberté à basse température.

» Voici comment l'expérience était disposée : Un tube en U renfermant un poids déterminé de calcium était traversé par un courant de gaz ammoniac pur et sec. L'une des branches du tube était étranglée à mi-hauteur. Sur la partie étranglée un tampon de coton supportait des cristaux bien secs de chlorhydrate d'ammoniaque.

» En refroidissant à $-40°$ la partie inférieure du tube en U, on condensait du gaz ammoniac qui fournissait immédiatement du calcium-ammonium $Ca(AzH^3)^4$ dont la dissolution s'effectuait dans l'excès d'ammoniac liquide. Ce composé était amené à $-80°$, puis on refroidissait la partie étranglée de l'appareil où se trouvait le chlorhydrate. Aussitôt l'ammoniac liquide ruisselait sur les parois du tube et entraînait le chlorure qui réagissait de suite vers $-80°$, sur le calcium-ammonium. Ce dernier composé ne tardait pas à perdre sa teinte mordorée. A la suite du tube en U se trouvait un tube à dégagement d'une hauteur de 80^{cm}, qui permettait de recueillir sur le mercure les gaz qui pouvaient se produire pendant la réaction. Ces gaz se rendaient dans une éprouvette contenant de l'eau bouillie pour absorber l'excès d'ammoniac. A la fin de l'expérience on balayait l'appareil par un courant rapide d'ammoniac.

» Dans une expérience nous avons employé $0^{gr},155$ de calcium et $0^{gr},421$ de chlorhydrate d'ammonium. Après absorption du gaz ammoniac nous avons recueilli (ramenés à $0°$ et à 760^{mm}) $88^{cc},6$ de gaz hydrogène. Nous nous sommes assuré de la pureté de ce dernier par une combustion eudio-

métrique. De plus nous avons reconnu que le résidu était formé de chlorure de calcium ammoniacal et d'un petit excès de chlorure d'ammonium.

» Théoriquement, $0^{gr},155$ de calcium devaient nous donner, dans le cas d'une réaction et d'un dédoublement de AzH^4 en AzH^3 et H, le volume de 86^{cc} d'hydrogène.

» On voit donc que nous pouvons exprimer cette décomposition par l'égalité suivante

$$2AzH^4Cl + Ca(AzH^3)^4 = CaCl^2 + 4AzH^3 + (2AzH^3 + 2H).$$

» Et la conclusion à tirer de cette expérience est donc qu'à -80° le groupement AzH^4, mis en liberté, se dédouble en ammoniac et hydrogène; qu'en un mot l'ammonium ne paraît pas exister en présence d'un excès d'ammoniac à la température de -80°.

» Cette expérience a été répétée une seconde fois avec des poids différents de calcium et de chlorure d'ammonium; elle a fourni les mêmes résultats.

» Nous avons établi antérieurement que le lithium-ammonium, de même que le calcium-ammonium, était stable à la température et à la pression ordinaires. Il se prêtait donc aussi très bien à ces essais de double décomposition.

» L'expérience a été faite dans le même appareil. La décomposition du lithium-ammonium est plus rapide que celle du calcium-ammonium à la température de -80°.

» En partant de $0^{gr},059$ de lithium et de $0^{gr},454$ de chlorure d'ammonium nous avons obtenu (ramené à 0° et à 760^{mm}) 98^{cc} d'hydrogène pur.

» Nous aurions dû en recueillir $94^{cc},3$.

» Dans cette nouvelle expérience, exprimée par l'égalité suivante :

$$AzH^4Cl + AzH^3Li = LiCl + AzH^3 + (AzH^3 + H),$$

nous n'avons pu recueillir que l'hydrogène correspondant à $AzH^3 + H$.

» Cette expérience a été variée de différentes façons. En opérant toujours sur des poids déterminés de lithium et de chlorure d'ammonium, nous avons fait arriver la solution de chlorure dans le lithium-ammonium ou inversement le métal ammonium très dilué dans la solution de chlorure d'ammonium. Dans tous les cas, à des températures comprises entre -75° et -80°, la décomposition du groupement AzH^4 s'est produite et nous avons recueilli le volume d'hydrogène libre qui correspondait au poids de lithium mis en réaction.

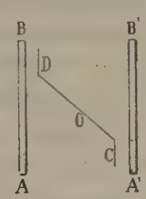
» En résumé, le calcium-ammonium et le lithium-ammonium réagissent sur le chlorure d'ammonium en solution dans l'ammoniac liquéfié à la température de — 80°; mais, dans ces conditions, il y a mise en liberté d'ammoniac et d'hydrogène et le groupement AzH^4, l'ammonium, ne peut être isolé. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode propre à déceler de très petites charges électriques*. Note de M. R. **Blondlot**.

« Lorsque l'on a perfectionné les électromètres et les méthodes électrométriques, on a eu en vue presque exclusivement l'étude de différences de potentiel très faibles existant entre deux sources. Or, il arrive parfois que l'on n'a pas affaire à des sources, mais à des corps possédant des charges déterminées très faibles, qu'il s'agit d'évaluer, ou tout au moins de déceler. Je me propose de décrire ici la méthode dont je me suis servi dans un cas de ce genre.

» Il s'agissait d'étudier la charge, extrêmement faible, d'une plaque P en laiton, ayant la forme d'un rectangle de $1^{cm},3$ et $2^{cm},8$ de côté, supportée par un manche en paraffine collé au milieu de l'une de ses faces. Après avoir essayé sans succès de me servir des électromètres et électroscopes usuels, tant hétérostatiques qu'idiostatiques, je fus conduit à procéder tout autrement.

» Je construisis d'abord un électroscope ou électromètre idiostatique extrêmement sensible. Les parties essentielles de cet instrument sont figurées ci-dessous en projection horizontale. Deux plaques rectangulaires en laiton AB et A'B', hautes de $2^{cm},4$ et larges de 2^{cm}, sont assujetties verticalement en regard l'une de l'autre à une distance de $1^{cm},5$; la plaque AB est isolée, la plaque A'B' est reliée au sol. La pièce *mobile*, que j'appellerai l'*aiguille*, est formée d'une lame d'aluminium rectangulaire que l'on a pliée deux fois, comme l'indique la figure. Elle est suspendue à un fil de torsion



en quartz, par l'intermédiaire d'un fil de verre rigide projeté en O et long de 4^{cm}, dans une position symétrique par rapport à AB et à A'B'; son orientation est telle que, en l'absence de toute charge, les portions planes C et D sont parallèles à AB et A'B'. La portion médiane CD de l'aiguille a été évidée, afin de diminuer à la fois son inertie et la résistance de l'air; l'aiguille est un peu moins haute que AB et A'B', et les distances de C et D aux armatures en regard sont d'environ $0^{cm},2$. Lorsque AB a reçu une charge, positive par exemple, cette charge attire en C de l'électricité négative, et, comme l'aiguille est isolée, il se produit en D une charge positive qui, à son tour, attire sur A'B' de l'électricité négative. Les attractions de AB sur C, et de A'B' sur D concourent pour faire tourner l'aiguille et l'équilibre s'établit après une certaine déviation, grâce à la torsion du fil de quartz. Cette déviation est sensiblement proportionnelle au carré de la charge donnée à AB; un miroir collé au fil de verre permet de la mesurer par la méthode de la réflexion.

» Afin de pouvoir communiquer à AB une quantité donnée d'électricité, par exemple la charge d'un conducteur isolé, AB est relié par un fil métallique à un conducteur creux; le conducteur chargé étant introduit dans la cavité de façon à en toucher le fond, puis retiré, sa charge a passé presque en totalité sur AB, à cause de la capacité relativement grande du condensateur formé par AB et par C.

» Pour accroître la sensibilité, j'emploie une méthode de répétition : on a un plan d'épreuve de mêmes dimensions que la plaque P, et monté sur un manche en paraffine. Ce plan d'épreuve est approché de la plaque jusqu'à une distance de $0^{cm},2$, mis en communication avec le sol, puis isolé; il a ainsi acquis une charge x ayant sensiblement la même valeur numérique que la charge de P, et de signe contraire. La charge x est ensuite communiquée à AB à l'aide du conducteur creux. En répétant n fois cette opération, on accumule sur AB une charge égale à nx.

» L'artifice suivant m'a permis d'augmenter beaucoup plus encore la sensibilité. Au lieu de charger le plan d'épreuve par l'influence de la seule charge de la plaque à étudier, je dispose en regard de celle-ci, à la distance de 10^{cm} environ, un plateau métallique d'environ 2^{dmq} de surface, dont le potentiel est maintenu, à l'aide d'une pile, à une valeur choisie d'avance. Lors donc que l'on fait avec le plan d'épreuve la manœuvre décrite plus haut, ce plan emporte à chaque fois non seulement la charge x, mais encore une charge Q due à l'influence du plateau auxiliaire. Au bout de n opérations, l'électromètre a ainsi reçu une charge égale à $n(Q+x)$ et prend

une déviation correspondant à $n^2(Q + x)^2$. Si maintenant, après avoir déchargé l'électromètre et la plaque P que l'on étudie, on recommence les n opérations, on obtient une déviation correspondant à $n^2 Q^2$. L'excès de la première déviation sur la seconde correspond donc à $2n^2 Qx + n^2 x^2$. Cette quantité, qui s'annule en même temps que x, peut être rendue beaucoup plus grande que x^2, en donnant à n et à Q des valeurs suffisamment grandes; Q étant ainsi toujours très grand par rapport aux valeurs que x prend dans les expériences, la quantité $2n^2 Qx + n^2 x^2$ a toujours le même signe que Qx, et, comme le signe de Q est connu d'avance, on en déduit celui de x et, par conséquent, celui de la charge de P. C'est, comme on le voit, une application du principe hétérostatique.

» Des précautions minutieuses sont nécessaires pour que des inégalités de température ne viennent pas produire dans la cage de l'électromètre de faibles courants d'air capables de troubler l'équilibre de l'aiguille. Il faut aussi se garer des électrisations que des frottements fortuits pourraient produire sur les supports isolants : à cet effet, tous ces supports, formés de paraffine, sont eux-mêmes fixés dans des tubes de laiton que l'on tient à la main, sans jamais toucher la paraffine. Il convient aussi d'avoir des plans d'épreuve de rechange, afin d'en changer dès que des traces d'électrisation, dues à des causes accidentelles presque impossibles à éviter, commencent à apparaître sur le manche isolant de celui dont on se sert, ce qu'il est aisé de reconnaître à l'aide de l'appareil lui-même.

» Afin d'étudier la sensibilité de la méthode j'ai donné à la plaque P des charges connues d'avance. Pour cela, on entourait cette plaque d'un anneau de garde, puis on disposait en regard un plateau indéfini, relié à la terre; en chargeant ce condensateur à l'aide d'une pile, on obtenait sur P une charge facile à calculer, connaissant sa surface, sa distance au plateau indéfini et la force électromotrice de la pile. En employant un Leclanché, et la distance étant 2^{cm}, la charge de P fut trouvée correspondre, toutes opérations et réductions faites, à 23^{mm} en moyenne de la règle servant à mesurer les déviations par la méthode de réflexion, avec des écarts de $\pm 3^{mm}$ ou 4^{mm} dus à des perturbations d'origine inconnue. J'ai pu aisément déceler des charges notablement inférieures aux précédentes, et en déterminer les signes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les sucres du sang et leur glycolyse.* Note de MM. **Lépine** et **Boulud.**

« I. Pour un même pouvoir réducteur, le sang du chien a un pouvoir dextrogyre plus faible que le sang du cheval; le plus souvent il est à peine accusé; parfois il est remplacé par un pouvoir lévogyre. Cela est dû à l'abondance plus ou moins grande de l'acide glycuronique conjugué, dont la présence normale a été démontrée par P. Mayer dans le sang du bœuf et de l'homme, et par nous dans le sang du chien ([1]).

» II. Si dans une éprouvette plongeant dans un bain-marie à 39°C. et renfermant du sang défibriné de chien sain, on fait passer de l'oxygène, bulle à bulle, on constate au bout d'une heure :

» 1° Une diminution notable du pouvoir dextrogyre (ou une augmentation du pouvoir lévogyre);

» 2° Une forte diminution du pouvoir réducteur;

» 3° La disparition complète, ou à peu près complète, du sucre fermentescible.

» III. Si l'on fait la même expérience avec du sang défibriné de chien dépancréaté depuis vingt-quatre à trente heures, on observe au contraire qu'il n'y a pas de diminution sensible du sucre fermentescible. Ainsi, dans les conditions nouvelles où nous faisons l'épreuve de la glycolyse, nous constatons que la différence entre le sang diabétique et le sang normal ne consiste pas seulement dans le fait que le premier conserve mieux son pouvoir réducteur que le second ([2]), mais encore dans le fait décisif que, *in vitro*, après une heure à 39°, le sucre *fermentescible* du sang diabétique n'est pas modifié, tandis qu'il est détruit dans le sang normal.

» IV. Si 100^{gr} de sang défibriné d'un chien sain sont additionnés de quelques gouttes de chloroforme et maintenus une heure à 39° (sans faire passer d'oxygène) on observe :

» 1° Une diminution très marquée du pouvoir dextrogyre ou une forte augmentation du pouvoir lévogyre;

» 2° Une diminution du pouvoir réducteur beaucoup moindre que dans un échantillon témoin (c'est-à-dire sans chloroforme) du même sang;

([1]) Lépine et Boulud, *Comptes rendus*, séance du 15 juillet 1901.

([2]) Ce fait a été établi par l'un de nous, en collaboration avec M. Barral (*Comptes rendus*, 1900).

» 3° La conservation d'une certaine quantité de sucre fermentescible.

» Ces résultats s'expliquent par la formation *in vitro* d'acide glycuronique *conjugué* et par la diminution de la glycolyse du sucre fermentescible.

» Les diverses matières sucrées du sang du chien paraissant capables de se transformer facilement, nous avons eu soin de faire nos épuisements du caillot et nos extraits (au moyen d'alcool méthylique légèrement acidifié) à une température toujours inférieure à 60°C. De cette manière nous nous sommes mis à l'abri de la formation de produits de laboratoire. »

M. **Marey** présente à l'Académie deux Rapports qu'il a faits pour l'Exposition internationale de 1900.

« Le premier de ces Rapports est relatif à la Chronophotographie, dont il avait exposé les divers appareils dans le Musée centennal de la Classe XII. L'ordre dans lequel les pièces étaient exposées permettait au visiteur de suivre les perfectionnements et les développements successifs de cette méthode depuis les origines jusqu'à l'année 1900. De nombreuses figures insérées dans ce Rapport représentent les instruments divers successivement imaginés, avec leurs applications à la Physiologie et à la Mécanique.

» Le second Rapport résume les travaux d'une Commission de Physiologie et d'Hygiène dont le but était d'étudier au moyen d'appareils précis les divers sports athlétiques, la façon dont ils ont été exécutés par des sujets appartenant à des nationalités différentes, la conformation physique qui rend chaque individu particulièrement apte à certain sport, enfin les effets de chaque genre d'exercice sur l'organisme.

» De nombreux appareils de mesure ont été employés par la Commission. Des mensurations et des pesées ont établi la conformation des concurrents; la phonendoscopie a servi à déterminer le volume et la position des viscères avec les changements qu'y apporte l'exercice des divers sports. La chronophotographie a donné des images et des épures qui traduisent tous les actes exécutés et révèlent, dans bien des cas, la cause de la supériorité de certains athlètes. Plusieurs de ceux-ci l'ont emporté sur leurs concurrents, bien moins par la supériorité de leur force musculaire, que par l'adresse et l'ingéniosité dont ils ont fait preuve.

» Une nouvelle méthode, consistant en l'emploi d'une sorte de loch à indications continues, a montré que, dans le sport à l'aviron, les variations

de la vitesse incessamment communiquée au bateau changent beaucoup, non seulement suivant la manière dont le rameur frappe l'eau, mais aussi avec les mouvements plus ou moins précipités du corps du rameur quand l'aviron est hors de l'eau.

» De cette enquête résultent de nombreuses indications utiles sur la manière de pratiquer les divers exercices du corps. »

M. **Duclaux** offre à l'Académie le Tome IV de son *Traité de Microbiologie,* contenant l'étude des diverses fermentations des substances ternaires, autres que la fermentation alcoolique.

RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur les papiers laissés par* Halphen.

(Commissaires : MM. Darboux, Picard, Appell; Poincaré, rapporteur.)

« Nous avons été chargés d'examiner les papiers laissés par notre regretté Confrère Halphen et nous devons d'abord remercier nos collaborateurs, MM. Painlevé, Humbert, Lucien Lévy, Le Roy, Hadamard, Andoyer, Servan, Kœnigs, Blutel, Goursat, Borel, Niewenglowski, qui nous ont aidés à en faire le dépouillement.

» Ainsi qu'on devait s'y attendre, ces papiers étaient presque tous des rédactions de Mémoires qui ont été publiés, ou bien des essais de rédaction de ces mêmes Mémoires qui ne diffèrent de la rédaction définitive que par quelques détails insignifiants, ou encore des Notes éparses jetées sur des feuilles volantes et dont il est impossible de tirer parti.

» Quelques-unes cependant de ces Notes méritent d'être signalées. C'est: 1° un Mémoire intitulé « Théorie des points singuliers réguliers ». Il doit dater de la fin de 1885 ou des premiers mois de 1886. Il n'a pas été publié. M. Jordan, qui en avait eu connaissance, en a donné, dans son *Cours d'Analyse*, t. III, n°s 170 et suivants, les parties principales en y rectifiant même un point défectueux.

» Il y a lieu de supposer qu'Halphen s'est aperçu de cette défectuosité et qu'il n'a pas trouvé le temps de la corriger, et que c'est pour cette raison qu'il n'a pas publié ce Mémoire.

» Les citations de M. Jordan pourraient faire croire que la publication a

eu lieu ; il importait donc de signaler ici le fait afin d'épargner aux savants des recherches inutiles.

» Le Mémoire qui contient des exemples que M. Jordan n'a pas fait connaître pourrait être publié avec avantage (cote LL_1).

» 2° Je signalerai ensuite un Mémoire « Sur la Théorie des surfaces ». Ce Mémoire doit dater de 1875, il est entièrement rédigé et n'a pas été publié, à notre connaissance. Il pourrait donc être imprimé. Il contient des théorèmes intéressants sur la courbure des surfaces, les droites et les circonférences surosculatrices à une surface, les lignes de points paraboliques, les centres de courbure géodésiques. Le théorème final, le plus intéressant, a été cependant publié à deux reprises au moins par Halphen (cote LL_2).

» 3° Une Note sur le jeu dit *du Taquin* (cote LL_{12}).

» 4° Une Note sans titre, figurant sous la cote LL_{11} ; elle se rapporte aux propriétés analytiques de certaines fonctions analogues aux fonctions hypergéométriques. Elle n'est pas susceptible d'être imprimée, mais doit être conservée.

» 5° Nous avons ensuite, sous la cote LL_{10}, des feuilles contenant des résultats relatifs aux invariants différentiels. Ces résultats ont été publiés dans un Mémoire auquel l'Académie a décerné le grand prix des Sciences mathématiques, mais sous une forme un peu différente. Il s'agit probablement d'une première rédaction du Mémoire couronné.

» 6° Sous les cotes LL_4, LL_5, LL_6, LL_7 nous trouvons plusieurs tentatives de généralisation de l'équation hypergéométrique de Gauss. La rédaction n'est pas assez avancée pour qu'il y ait avantage à les publier, mais elles méritent d'être conservées.

» 7° Sous la cote P.3 une Note intitulée « Construction d'une suite de » formes linéaires associées », qui se rapporte à la théorie des équations linéaires et a été sans doute un premier essai des travaux d'Halphen sur cette question.

» 8° Sous la cote P.8 divers fragments (sur la décomposition d'une forme différentielle bilinéaire en éléments simples) qui se rapportent à un sujet analogue.

» 9° Sous la cote P.9, une Note « Sur les invariants différentiels par- » tiels des surfaces algébriques ».

» 10° Sous la cote P.10, une Note « Sur l'intégrale définie :

$$\int_a^b (t^2 - a^2)^m (t^2 - b^2)^n \frac{dt}{t^{2\mu}} \text{ ».}$$

» 11° Sous la cote LLL, trois fragments :

» Sur les semi-invariants différentiels;

» Calculs en vue de la multiplication de l'argument dans les fonctions elliptiques;

» Calculs relatifs aux invariants différentiels.

» 12° Sous la cote LR un travail intéressant sur les fractions continues, qui mériterait peut-être d'être publié.

» 13° Sous la cote A quatre fragments portant pour titre :

» 1° Recherches sur les fonctions f_m;
» 2° Relations entre les fonctions g_m et les fonctions elliptiques ordinaires;
» 3° Fonctions elliptiques;
» 4° Sur les polygones de Poncelet.

» Ces fragments se rattachent tous à un sujet commun, les polygones de Poncelet; la rédaction est très différente de celle qu'a adoptée Halphen dans son *Traité des fonctions elliptiques*. Ils méritent donc, sinon d'être publiés, au moins d'être conservés.

» 14° Enfin, sous la cote B, divers fragments et calculs inachevés relatifs à certaines questions d'Algèbre.

» En résumé, les Mémoires en état d'être publiés sont trop peu nombreux pour qu'on en puisse faire un volume qui ajoute à la gloire d'Halphen. Mais si quelque recueil périodique pouvait insérer quelques-uns des fragments mentionnés ci-dessus, et en particulier ceux qui portent les cotes LL_1 et LL_2, il rendrait à la Science un grand service.

» Nous avons donc l'honneur de proposer à l'Académie de décider que les Notes que je viens de signaler soient déposées à la bibliothèque et mises à la disposition des chercheurs et que les autres papiers soient rendus à la famille. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Louis Guano** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à « Un système d'appareils pour éviter les collisions en mer ».

(Commissaires : MM. de Bussy, Guyou.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète a 1901, faites à l'observatoire de Santiago du Chili, et éléments de la même comète.* Note de M. **Obrecht**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1901.	Temps moyen de Santiago.	Comète. — Étoile. ÆR.	Comète. — Étoile. Ⓓ.	ÆR.	Log. fact. parallaxe.	Ⓓ.	Log. fact. parallaxe.	Observat.	★
	h m s	m s	′ ″	h m s		° ′ ″			
Mai 9...	6.11. 7	−0.44,16	»	4.52.41,53	0,828	»	»	Obrecht.	1
11...	6.27. 7	−5.50,45	−6.32,3	5. 9.43,91	0,834	+2.19.58,5	$0,695_n$	»	2
12...	6.11.22	−0.20,36	+0.39,6	5.17.15,51	0,816	+2.42.40,6	$0,699_n$	»	3
13...	6.19.10	+2.43,11	+4.44,6	5.24.22,90	0,822	+3. 5.12,2	$0,699_n$	»	4
14...	6.20.15	+1.47,20	−2.28,0	5.31. 0,13	0,820	+3.27. 1,0	$0,701_n$	»	5
15...	6. 8.25	+0.54,03	+4.23,8	5.37. 8,08	0,806	+3.47.50,8	$0,705_n$	»	6
18...	6.28.54	−0. 8,24	−4.15,8	5.53.37,64	0,824	+4.46.37,0	$0,706_n$	E. Greve.	7
21...	6.20.56	−0.41,40	+6.42,4	»	0,816	»	$0,712_n$	»	8
22...	6. 7.20	−0.11,52	−4. 3,9	»	0,804	»	$0,716_n$	»	9
23...	6.13.15	−0.48,71	−2. 7,0	»	0,811	»	$0,717_n$	»	10

Positions moyennes, pour 1901,0 des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Asc. droite moyenne 1901,0.	Réduction au jour.	Distance polaire 1901,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1....	5	4.53.25,02	+0,67	+1.33. 4,2	−6,8	5716 Paris.
2....	7	5.15.33,65	+0,71	+2.26.38,3	−7,5	6153 Paris.
3....	7	5.17.35,14	+0,73	+2.42. 8,8	−7,8	6200 Paris.
4....	5.6	5.21.39,04	+0,75	+3. 0.35,8	−8,1	6268 Paris.
5....	9	5.29.12,16	+0,77	+3.29.37,4	−8,4	650 W_1 V^h.
6....	8	5.36.13,26	+0,79	+3.43.35,6	−8,6	857 W_1 V^h.
7....	9	5.53.45,03	+0,85	+4.51. 2,0	−9,2	1306 W_1 V^h.

« Au moyen de dix observations on a obtenu le système d'éléments suivant :

Temps du passage au périhélie : T = 1901 avril 24, 3154 temps moyen de Paris.
Distance au périhélie : $\log q = \bar{1},391197$.
Excentricité : $e = 1,00681$.
Longitude du périhélie : $\varpi = 312.58.\ 6,5$.
Longitude du nœud ascendant : ☊ $= 109.30.12,2$.
Inclinaison : $i = 131.\ 6.11,2$.

» La comparaison entre l'observation et le calcul donne les résidus suivants :

Dates, 1901. Temps moyen de Paris.	Obs. — Calcul. Æ.	Obs. — Calcul. ①.	Observateurs.
Mai 8,8599	+1",9	+2",7	Baracchi (Windsor).
11,2081	+4,8	−1,5	Gill (Cap).
11,4717	−3,0	+0,4	Obrecht (Santiago).
12,2412	+2,9	−1,5	Gill (Cap).
12,4608	+2,5	−0,9	Obrecht (Santiago).
13,2145	+2,6	+0,7	Gill (Cap).
13,4662	+1,0	−3,7	Obrecht (Santiago).
14,4669	−0,8	−2,2	Obrecht (Santiago).
15,4580	−5,4	−3,2	Obrecht (Santiago).
15,6733	+6,1	−6,9	Tucker (Mount-Hamilton).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Les taches du Soleil et les planètes.* Note de M. **Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

« Dans mes *Recherches sur les taches du Soleil* (¹) j'ai examiné, par une méthode convenable (²), si l'on pouvait découvrir l'existence d'une influence des planètes sur l'activité solaire, influence due à la gravitation.

» J'ai dernièrement achevé la cumulation des taches pour la période 1892-1896, en prenant pour leur *époque caractéristique* le moment où elles ont fait leur première apparition. Les recherches actuelles s'appliquent aux planètes Mercure, Vénus, Jupiter et puis à la force perturbatrice maximum exercée sur le Soleil par l'ensemble de ces trois planètes.

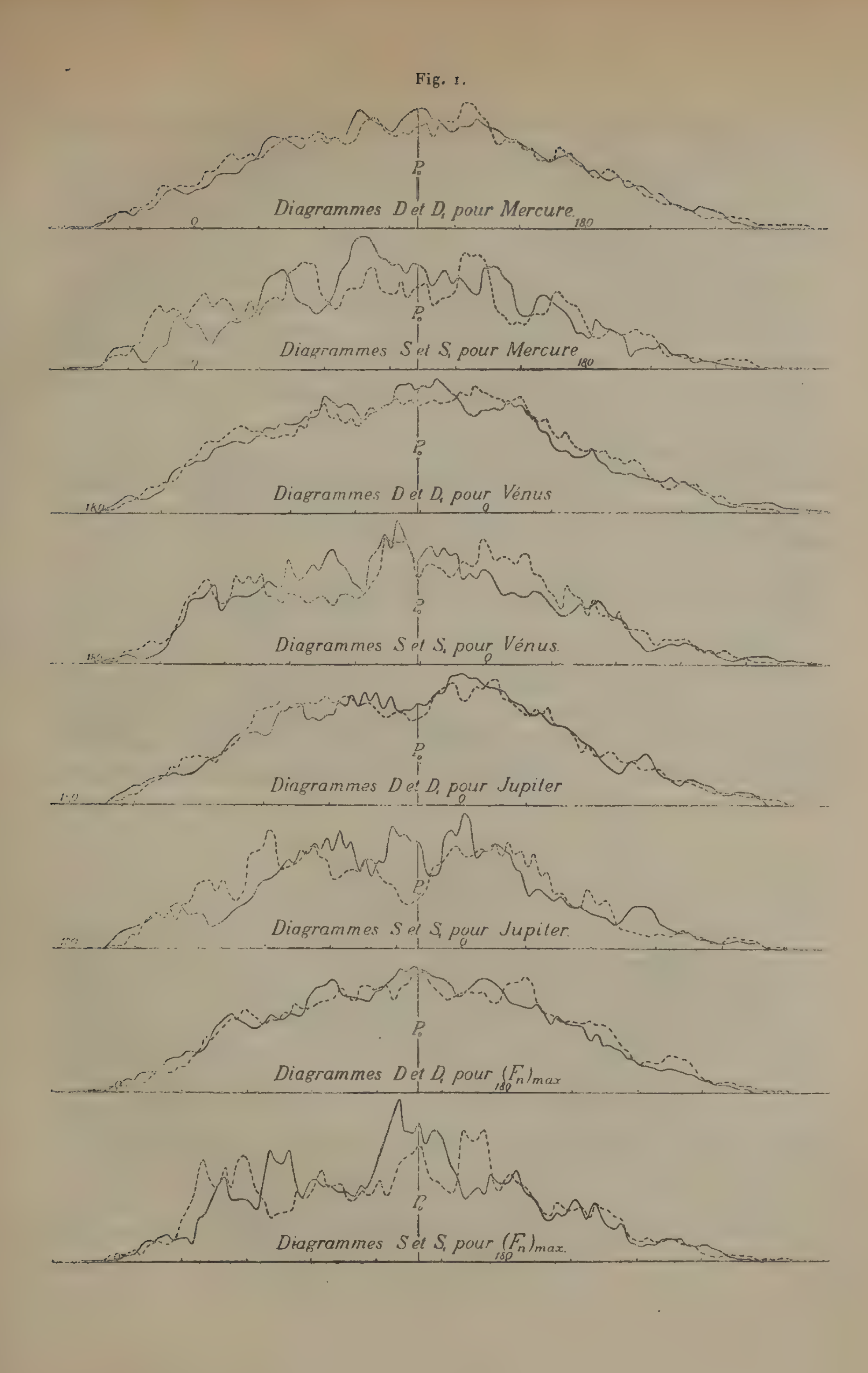
» Dans la *fig.* 1, les courbes D et leurs complémentaires D_1 donnent l'expression des nombres de taches cumulées, tandis que les courbes S et S_1 sont la représentation des surfaces cumulées, les notations étant les mêmes que dans mon premier Mémoire.

» En comparant tous les chiffres pour les courbes D et S d'un côté aux chiffres correspondants pour D_1 et S_1 de l'autre, on verra que les courbes D et S sont plus hautes que les courbes D_1 et S_1 dans leurs parties médianes, tandis qu'en revanche ces dernières s'élèvent plus haut pour les ailes.

(¹) *Videnskabs selshabets skrifter*, n° 1. Christiania; 1899.

(²) La méthode se trouve aussi décrite dans les *Rapports* présentés au Congrès de Physique, t. III. Paris; 1900.

Fig. 1.



P₀
Diagrammes D et D₁ pour Mercure
0
180
P₀
Diagrammes S et S₁ pour Mercure
180
P₀
Diagrammes D et D₁ pour Vénus
180
0
Diagrammes S et S₁ pour Vénus
0
P₀
Diagrammes D et D₁ pour Jupiter
0
Diagrammes S et S₁ pour Jupiter
0
P₀
Diagrammes D et D₁ pour $(F_n)_{max}$
180
P₀
Diagrammes S et S₁ pour $(F_n)_{max.}$
180

» En tenant compte de ce fait qu'il y a en tout 1164 taches pour Mercure, 1260 pour Vénus, 1205 pour Jupiter et 1195 pour $(F_n)_{max.}$, on voit aussi que les parties médianes des courbes correspondant à $(F_n)_{max.}$ sont *partout* plus hautes que les courbes correspondant à chacune des trois planètes prises isolément.

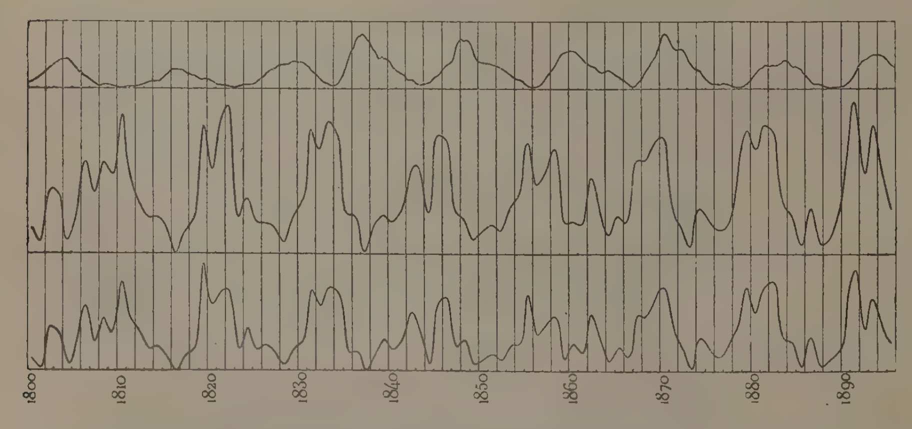
» Qu'il nous suffise de faire porter notre étude sur les parties médianes des courbes représentant les *surfaces* cumulées, sans nous arrêter aux *nombres* de taches, ni à ce qui a trait aux ailes. Nous remarquons alors, comme nous l'avons déjà dit, que les quatre nombres de la colonne S sont plus grands que les quatre nombres correspondants de la colonne S_1 et que le nombre (S) pour $(F_n)_{max.}$ est plus grand que ce nombre pour chacune des trois planètes prises isolément, ce qui fait que nous avons en tout deux séries de sept nombres que nous reproduisons dans le Tableau cidessous et qui sont tous plus grands dans la première que dans la seconde série :

Première série....	13900	15674	14127	16318	16318	16318	16318
Seconde série....	11386	14153	9956	12615	13900	15674	14127

» M. Brown, dans un Mémoire récent (*Monthly Notices of the R. A. S.*, Vol. LX, n° 10, 1900), propose : « A possible explanation of the Sunspot period ». Il pense que le résultat négatif auquel j'arrive à la page 124 de mon premier Mémoire tient peut-être à ce que j'ai perdu de vue le rôle considérable joué à cet égard, ainsi qu'il le démontre, par la planète Saturne.



Fig. 2.



» J'ai refait mes calculs en conséquence en y faisant intervenir l'influence de Saturne. La *fig.* 2 ci-dessus montre le résultat obtenu par com-

paraison entre la courbe des taches du Soleil suivant Wolf et les courbes pour $\int k\,dt$ répondant à $(t_n)_{\text{max.}}$ et à $(t_t)_{\text{max.}}$ pour les années de 1800 à 1896. Le résultat reste donc le même que précédemment, et je rappelle ici, par suite, la conclusion que j'exprimais alors à l'endroit cité :

» Nous voyons donc que la tentative faite par nous, pour expliquer la période undécennale comme résultant uniquement d'influences planétaires exercées sur le Soleil, donne un résultat négatif. Il faut chercher d'autres causes pour expliquer cette période et il ne saurait plus guère être question de chercher ces causes en dehors du Soleil. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les réseaux conjugués persistants.* Note de M. **L. Raffy.**

« 1. Divers géomètres se sont occupés, dans ces derniers temps, des surfaces sur lesquelles existe un réseau conjugué, qui reste conjugué quand la surface éprouve une déformation continue (*réseau conjugué persistant*). Les résultats les plus étendus que nous possédions à ce sujet ont été obtenus par M. Goursat (*Amer. Journ. of Mathematics,* vol. XIV). Ils semblent avoir échappé aux auteurs des recherches les plus récentes : c'est pourquoi je commence par les rappeler.

» *Peut-on déformer une surface de telle façon qu'une série de sections planes, dont les plans sont parallèles, se change en une série de sections planes, dont les plans soient parallèles?* M. Goursat démontre que *les surfaces cherchées sont les enveloppes des cylindres*

$$z + vy = XV + W.$$

Elles dépendent d'une fonction arbitraire X de x et de deux fonctions arbitraires V et W du paramètre v; elles admettent comme *réseau conjugué persistant* le réseau formé des lignes $x=$ const. et des lignes $v=$ const.

» En s'appuyant sur une proposition qui est due à M. Kœnigs et sur une autre que j'ai énoncée autrefois (*Bull. Soc. math. de France,* t. XX, p. 1), on prouve que le problème de M. Goursat est strictement équivalent à celui-ci :

» *Trouver toutes les surfaces qui admettent comme réseau conjugué persistant le réseau particulier formé par les sections parallèles à un plan fixe et par les courbes de contact* (planes aussi) *des cylindres circonscrits parallèles à ce plan.*

» 2. On est ainsi conduit à se proposer cet autre problème, plus général :

» *Trouver toutes les surfaces qui admettent un réseau conjugué persistant, dont* UNE *famille est composée de courbes planes, qui restent planes dans une série de déformations.*

» Pour exprimer que le réseau (u, v) est un réseau conjugué persistant sur une série de surfaces, d'élément linéaire $E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2$, de courbure totale $-k^2$, j'emploie les formules fondamentales de la théorie des surfaces

$$\delta\delta'' = -k^2 H^2, \qquad \frac{\partial \delta}{\partial v} = B\delta - A_1\delta'', \qquad \frac{\partial \delta''}{\partial u} = B_1\delta'' - C\delta,$$

où les lettres ont des significations bien connues (le coefficient δ' est nul, le réseau coordonné étant conjugué). Je pose $\delta = kHe^{\mu}$, $\delta'' = -kHe^{-\mu}$; je substitue et j'ai pour la fonction μ deux équations du premier ordre, dont la condition d'intégrabilité

$$Pe^{2\mu} + 2Q + Re^{-2\mu} = 0$$

doit être une identité, pour que le réseau (u, v) soit un réseau persistant. En égalant à zéro les trois coefficients P, Q, R, on obtient les conditions

$$\text{(I)} \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial C}{\partial v} - 2C\frac{\partial \log kH}{\partial v} + 2CB = 0, \\ &\frac{\partial B}{\partial u} + \frac{\partial B_1}{\partial v} - 2\frac{\partial^2 \log kH}{\partial u\,\partial v} + 4A_1C = 0, \\ &\frac{\partial A_1}{\partial u} - 2A_1\frac{\partial \log kH}{\partial u} + 2A_1B_1 = 0, \end{aligned} \right.$$

qui sont, sous une forme plus symétrique, celles de M. Cosserat (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*; 1893).

» Si, d'autre part, on calcule la torsion des courbes coordonnées en tenant compte de la condition $\delta' = 0$, on trouve que les courbes $u = \text{const.}$ seront planes, si l'on a

$$e^{2\mu}\left(\frac{\partial C}{\partial v} - 2C\frac{\partial \log kH}{\partial v} + 2CB\right) + A_1C + Fk^2 = 0,$$

et que les courbes $v = \text{const.}$ seront planes, si l'on a

$$e^{-2\mu}\left(\frac{\partial A_1}{\partial u} - 2A_1\frac{\partial \log kH}{\partial u} + 2A_1B_1\right) + A_1C + Fk^2 = 0.$$

» Il est visible que l'une de ces conditions, rapprochée des équations (I), entraîne l'autre. On arrive donc à ce théorème :

» *Si l'une des familles d'un réseau conjugué persistant est plane, l'autre famille l'est aussi.*

» Et l'on est ramené à chercher les surfaces qui admettent un réseau conjugué formé de *deux* familles de courbes planes, qui restent planes dans une série de déformations.

3. Les surfaces qui présentent un réseau conjugué entièrement composé de courbes planes sont (Darboux, *Théorie des surfaces*, Livre II, Chap. I) les enveloppes des plans

$$(\mathrm{P}) \quad (\mathrm{U}_1 + \mathrm{V}_1)x + (\mathrm{U}_2 + \mathrm{V}_2)y + (\mathrm{U}_3 + \mathrm{V}_3)z + \mathrm{U}_4 + \mathrm{V}_4 = 0.$$

» Il faut établir entre les U_i, fonctions de u, et les V_i, fonctions de v, les conditions qui assurent la *persistance* du réseau (u, v). Or, pour qu'un réseau (u, v) tracé sur une surface soit un réseau conjugué persistant, il faut et il suffit, comme on sait, que les cosinus directeurs de la normale à cette surface, multipliés par un même facteur $\sqrt{\mathrm{U}(u) + \mathrm{V}(v)}$, deviennent des solutions d'une même équation de Laplace $\theta''_{uv} = \rho\theta$. Ici, ces cosinus, une fois multipliés par

$$\sqrt{(\mathrm{U}_1 + \mathrm{V}_1)^2 + (\mathrm{U}_2 + \mathrm{V}_2)^2 + (\mathrm{U}_3 + \mathrm{V}_3)^2},$$

satisfont à l'équation $\theta''_{uv} = 0$. Comme, d'ailleurs, il n'est pas possible que les cosinus de la normale à une surface (non développable), multipliés par deux facteurs différents, satisfassent à deux équations *différentes* du type considéré, on a nécessairement

$$(\mathrm{U}_1 + \mathrm{V}_1)^2 + (\mathrm{U}_2 + \mathrm{V}_2)^2 + (\mathrm{U}_3 + \mathrm{V}_3)^2 = \mathrm{U} + \mathrm{V}.$$

» Cette équation est bien connue; elle admet seulement deux solutions, qui ne diffèrent que par les rôles échangés des deux variables u et v. Voici l'une d'elles :

$$\mathrm{V}_3 = m\mathrm{V}_1 + n\mathrm{V}_2, \quad \mathrm{U}_1 = -m\mathrm{U}_3, \quad \mathrm{U}_2 = -n\mathrm{U}_3;$$

les fonctions V_1, V_2, U_3 restent arbitraires, ainsi que les constantes m et n. On obtiendra les surfaces correspondantes en cherchant l'enveloppe du plan

$$(\mathrm{P}) \quad (\mathrm{V}_1 - m\mathrm{U}_3)x + (\mathrm{V}_2 - n\mathrm{U}_3)y + (m\mathrm{V}_1 + n\mathrm{V}_2 + \mathrm{U}_3)z + \mathrm{U}_4 + \mathrm{V}_4 = 0.$$

Or, en différentiant cette équation par rapport à u, on trouve

$$U'_3(mx + ny - z) - U'_4 = 0,$$

ce qui montre que les courbes $u =$ const. sont dans des plans parallèles à un plan fixe, et l'on est ramené au second énoncé du problème de M. Goursat. En conséquence :

» *Les seules surfaces qui présentent un réseau conjugué persistant, dont* UNE *famille est formée de courbes planes, sont les surfaces de M. Goursat.*

» Ajoutons que si l'on cherche, conformément à un théorème que nous avons impliqué plus haut, les surfaces qui ont pour représentation sphérique de leurs asymptotiques la représentation sphérique du réseau persistant des surfaces de M. Goursat, on obtient les conoïdes droits, trouvés directement par M. L. Bianchi. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la courbe adiabatique.* Note de M. **George Moreau**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Prenons une masse gazeuse évoluant adiabatiquement. P et V seront la pression et le volume à la température t. Nous représenterons par P_0 et V_0 ces mêmes éléments à 0° et, à t_1^0, ils deviendront P_1 et V_1.

» Appelons γ le rapport des chaleurs spécifiques, c la chaleur spécifique sous volume constant, α' le coefficient de dilatation, E l'équivalent mécanique de la chaleur et Q la quantité de chaleur contenue dans la masse gazeuse considérée.

» En supposant les coefficients invariables, on sait que $PV^\gamma =$ const. et $PV = (1 + \alpha' t) P_0 V_0$. MM. Mallard et Le Chatelier ont montré que c n'est point fixe, mais que $c = c_0 + at$, en désignant par c_0 et a des quantités numériques.

» De plus, α' varie avec la température. Supposons qu'il soit de forme $\alpha + \beta t$; on doit avoir

$$(1) \qquad PV = (1 + \alpha t + \beta t^2) P_0 V_0.$$

» D'autre part, on sait que

$$dQ = c\,dt + \frac{1}{E} P\,dV.$$

Dans le cas adiabatique, $dQ = 0$; donc, en remplaçant c par sa valeur

et P par $\frac{1 + \alpha t + \beta t^2}{V} P_0 V_0$, on a

$$(2)\qquad (c_0 + at)\,dt + \frac{P_0 V_0}{E}(1 + \alpha t + \beta t^2)\frac{dV}{V} = 0.$$

» Divisons par $1 + \alpha t + \beta t^2$ et intégrons de t_1 à t

$$(3)\qquad \int_{t_1}^{t} \frac{c_0 + \alpha t}{1 + \alpha t + \beta t^2} = \frac{P_0 V_0}{E} \mathfrak{L} \frac{V_1}{V}.$$

On peut écrire identiquement

$$\frac{a}{2\beta}\int_{t_1}^{t} \frac{(\alpha + 2\beta t)}{1 + \alpha t + \beta t^2}\,dt + \frac{1}{2\beta^2}\int_{t_1}^{t} \frac{2\beta c_0 - a\alpha}{t^2 + \frac{\alpha}{\beta}t + \frac{1}{\beta}}\,dt = \frac{P_0 V_0}{E}\mathfrak{L}\frac{V_1}{V},$$

ou enfin

$$\frac{2\beta c_0 - a\alpha}{2\beta^2}\int_{t_1}^{t} \frac{dt}{t^2 + \frac{\alpha}{\beta}t + \frac{1}{\beta}} = \frac{P_0 V_0}{E}\mathfrak{L}\frac{V_1}{V} - \frac{a}{2\beta}\mathfrak{L}\frac{1 + \alpha t + \beta t^2}{1 + \alpha t_1 + \beta t_1^2},$$

mais

$$\frac{1 + \alpha t + \beta t^2}{1 + \alpha t_1 + \beta t_1^2} = \frac{PV}{P_1 V_1}.$$

Il vient donc

$$(4)\qquad \frac{2\beta c_0 - a\alpha}{2\beta^2}\int_{t_1}^{t} \frac{dt}{t^2 + \frac{\alpha}{\beta}t + \frac{1}{\beta}} = \mathfrak{L}\left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{P_0 V_0}{E}}\left(\frac{P_1 V_1}{PV}\right)^{\frac{a}{2\beta}}.$$

» Si r et r' désignent les racines de $t^2 + \frac{\alpha}{\beta}t + \frac{1}{\beta} = 0$ et M un coefficient fonction de $\frac{\alpha}{\beta}$ et $\frac{1}{\beta}$, on peut remplacer $\frac{1}{t^2 + \frac{\alpha}{\beta}t + \frac{1}{\beta}}$ par $\frac{M}{t - r} - \frac{M}{t - r'}$ et, en intégrant de t_1 à t, on obtient

$$(5)\qquad \frac{2\beta c_0 - a\alpha}{2\beta^2}\left[\mathfrak{L}\left(\frac{t - r}{t_1 - r}\right)^{M} - \mathfrak{L}\left(\frac{t - r'}{t_1 - r'}\right)^{M}\right] = \mathfrak{L}\left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{P_0 V_0}{E}}\left(\frac{P_1 V_1}{PV}\right)^{\frac{a}{2\beta}},$$

ou encore

$$(6)\qquad \mathfrak{L}\left[\frac{(t - r)(t_1 - r')}{(t_1 - r)(t - r')}\right]^{\frac{M(2\beta c_0 - a\alpha)}{2\beta^2}} = \mathfrak{L}\left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{P_0 V_0}{E}}\left(\frac{P_1 V_1}{PV}\right)^{\frac{a}{2\beta}}.$$

» Passons des logarithmes aux nombres et élevons à la puissance $\frac{2\beta}{\alpha}$,

$$\left[\frac{(t - r)(t_1 - r')}{(t_1 - r)(t - r')}\right]^{\frac{M(2\beta c_0 - a\alpha)}{a\beta}} = \frac{P_1}{P}\left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{2\beta P_0 V_0}{Ea} + 1}.$$

» Posons

$$\frac{M(2\beta c_0 - a\alpha)}{a\beta} = A \qquad \text{et} \qquad \frac{2\beta P_0 V_0}{Ea} + 1 = B;$$

on arrive à

$$(7) \qquad PV^B\left(\frac{t-r}{t-r'}\right)^A = P_1 V_1^B \left(\frac{t_1 - r}{t_1 - r'}\right)^A = \text{const.} = k.$$

» Élevons à la puissance $\frac{1}{A}$; il est visible que

$$t = \frac{r P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - kr'}{P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - k}.$$

» Portons cette valeur de t dans l'équation (1) et nous arrivons à

$$(8) \qquad PV = P_0 V_0 \left[1 + \alpha \frac{r P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - kr'}{P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - k} + \beta \left(\frac{r P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - kr'}{P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - k} \right)^2 \right];$$

telle est la relation adiabatique.

» Si l'on examine les variations de l'expression parabolique $1 + \alpha t + \beta t^2$, on voit que l'on peut, sans erreur considérable, la confondre, au moins sur une certaine étendue, avec la courbe représentée par $e^{\beta t}$. Ce n'est qu'une approximation, mais les écarts des deux courbes, dans les limites du champ d'expérience, ne diffèrent que de quantités qui sont comparables aux erreurs d'observation. De même, supposons que nous choisissions un coefficient μ tel que $y = c_0 e^{\mu t}$ se confonde sensiblement avec $y = c_0 + at$ *entre certaines limites*. On aura alors $PV = P_0 V_0 e^{\beta t}$ et $dQ = 0$ donnera

$$c_0 e^{\mu t}\, dt = -\frac{P_0 V_0}{E} e^{\beta t} \frac{dV}{V},$$

ou encore

$$c_0 \frac{e^{\mu t}}{e^{\beta t}}\, dt = -\frac{P_0 V_0}{E} \frac{dV}{V}.$$

» Intégrons entre t_1 et t qui restent entre des limites convenables. On obtient

$$\frac{c_0}{\mu - \beta}\left[e^{(\mu-\beta)t} - e^{(\mu-\beta)t_1}\right] = \frac{P_0 V_0}{E} \mathcal{L} \frac{V_1}{V}.$$

» Mais

$$e^{\beta t} = \frac{PV}{P_0 V_0}, \qquad \text{d'où} \qquad e^t = \left(\frac{PV}{P_0 V_0}\right)^{\frac{1}{\beta}},$$

et par suite

$$e^{(\mu-\beta)t} = \left(\frac{PV}{P_0V_0}\right)^{\frac{\mu-\beta}{\beta}}.$$

» En remplaçant $e^{(\mu-\beta)t}$ par sa valeur, on voit que l'on a

$$\frac{c_0}{\mu-\beta}\left[\left(\frac{PV}{P_0V_0}\right)^{\frac{\mu-\beta}{\beta}} - \left(\frac{P_1V_1}{P_0V_0}\right)^{\frac{\mu-\beta}{\beta}}\right] = \mathcal{L}\left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{P_0V_0}{E}},$$

c'est-à-dire

$$\frac{c_0}{\mu-\beta}\left(\frac{PV}{P_0V_0}\right)^{\frac{\mu-\beta}{\beta}} + \mathcal{L}V^{\frac{P_0V_0}{E}} = \frac{c_0}{\mu-\beta}\left(\frac{P_1V_1}{P_0V_0}\right)^{\frac{\mu-\beta}{\beta}} + \mathcal{L}V^{\frac{P_0V_0}{E}} = \text{const.},$$

équation de la courbe adiabatique.

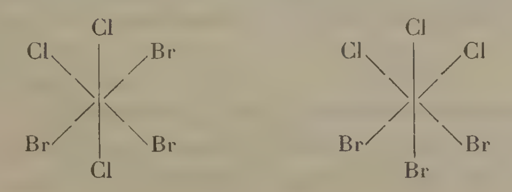
» C'est aux physiciens qu'il appartient de dire si cette représentation est suffisamment exacte. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorobromures de thallium du type* Tl^4X^6.
Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Moissan.

« La théorie de Werner, comme du reste celle de Blomstrand-Jörgensen, sur la constitution des sels doubles, permet de prévoir pour les composés du type des sesquichlorobromures de thallium deux dérivés isomères. On pourrait, par exemple, dans la théorie de Blomstrand-Jörgensen avoir les composés

```
   /Br — Tl Cl              /Cl — Tl Br
Tl—Br — Tl Cl      et    Tl—Cl — Tl Br.
   \Br — Tl Cl              \Cl — Tl Br
```

» Avec l'hypothèse de Werner, on doit admettre un atome de thallium placé au centre d'un octaèdre, et les deux sels en question deviendraient stéréo-isomères suivant la place des atomes du groupe TlX^6



» D'après M. Cushman ([1]), les deux isomères se formeraient dans les circonstances suivantes : Lorsque le bromure thalleux, suspendu dans l'eau chaude, est traité par une solution diluée de chlorure thallique, il se produit un composé orange; par dissolution à l'ébullition et refroidissement, il se dépose en lamelles hexagonales orangées (dérivé α).

» D'un autre côté, si le chlorure thalleux est mis en suspension dans une quantité considérable d'eau chaude et traité par une solution chaude concentrée de bromure thallique, il se produit un composé rouge sang qui, par dissolution à chaud et refroidissement rapide de la solution, se dépose à nouveau en cristaux hexagonaux rouge sang (dérivé β).

» Le dérivé α est stable; le dérivé β semble caractérisé par son instabilité.

» Or, de l'avis même de M. Cushman, et toutes mes expériences viennent à l'appui de ce fait, ces deux sels isomères sont, en solution, dissociables par la chaleur. Dans ces conditions, on ne saurait s'expliquer facilement pourquoi, par cristallisation, on peut aboutir à deux corps différents.

» Je n'ai pas répété les expériences mentionnées faites par le savant américain. Les détails de ses expériences, du reste, manquent complètement; mais des recherches que j'ai publiées précédemment on peut tirer quelques conclusions intéressantes à ce sujet.

» J'ai montré, en effet, que le brome en présence de l'eau, en réagissant sur TlCl ([2]), engendrait un seul chlorobromure du type Tl^4X^6, à savoir $Tl^4Cl^3Br^3$. J'ai montré, en outre, que suivant les conditions de l'expérience on pouvait obtenir des lamelles ou des aiguilles (ou, plus exactement, un mélange des deux). Or, en opérant sur une quantité de matière assez considérable ([3]), j'ai pu arriver à obtenir des aiguilles tout à fait exemptes de lamelles. Pour cela, il faut laisser le refroidissement se faire très lentement, puis recueillir le mélange de cristaux déposés. Alors commence un véritable travail de patience. Il faut trier les cristaux un à un avec une loupe de faible grossissement, puis, comme souvent les aiguilles portent avec elles, accolées à leur flanc, de petites lamelles hexagonales, il faut recommencer le triage en prenant une loupe plus forte et, au besoin, un microscope. En huit jours, on peut arriver à obtenir une quantité de matière suffisante pour procéder à plusieurs analyses.

» Celles-ci ne laissent aucun doute sur la nature du produit, qui correspond à la formule $Tl^4Cl^3Br^3$. Ces résultats confirment donc ceux énoncés dans ma Note

---

([1]) *American chemical Journal*, t. XXIV, p. 234; 1900.

([2]) *Comptes rendus*, p. 80; 14 janvier 1901.

([3]) Je suis parti de 30gr de TlCl.

du 14 janvier 1901 et éclaircissent un point obscur que j'avais signalé dans celle du 26 novembre 1900.

» Les aiguilles et les lamelles paraissent appartenir au même système cristallin, mais on ne saurait être affirmatif sur un tel point avant d'avoir obtenu des cristaux mesurables et effectué les mesures ordinaires. On passe du reste très facilement d'une forme à l'autre. On peut répéter indéfiniment l'expérience en prenant une solution saturée à chaud (à une même température ou à une température variable) telle que celle qu'on obtient au moment de la préparation de $Tl^4Cl^3Br^3$ et en laissant refroidir plus ou moins rapidement. Suivant les conditions de l'expérience, les aiguilles sont plus ou moins abondantes et apparaissent plus tôt ou plus tard.

» Enfin, les deux formes subissent sous l'action de la chaleur, soit lorsqu'on les chauffe directement, soit lorsqu'on les chauffe en présence de la solution d'où elles se sont déposées, un changement de coloration remarquable. A chaud, elles deviennent d'un rouge sang. Cette coloration disparaît plus ou moins rapidement par le refroidissement et fait place à la coloration orangée primitive.

» Quant au chlorobromure Tl^2ClBr^3, son existence paraît avoir besoin d'être confirmée. Il est tout au moins surprenant que ce composé prenne naissance dans les conditions où s'est placé M. Cushman (traitement de $Tl^4Cl^3Br^3$ par $TlBr^3$), puisqu'il ne pouvait pas se former par l'action du brome en excès sur le chlorure thalleux en présence de l'eau, c'est-à-dire dans une solution où (tous ces chlorobromures étant dissociés) se trouvent ensemble du thallium, du chlore et un grand excès de brome. J'ai montré, du reste, que la solution du composé $TlCl^2Br^2$, que j'ai depuis isolé et sur lequel je reviendrai prochainement, perd dans le vide du chlore et du brome et conduit au chlorobromure $Tl^3Cl^2Br^4$. Ce corps est tout à fait semblable aux aiguilles de Tl^2ClBr^3. Comme elles, il se décompose au contact de l'eau; seulement, dans cette décomposition, il fournit des lamelles ou des aiguilles de composition $Tl^4Cl^3Br^3$, rouges à chaud, mais devenant orangées à froid. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réactions de l'acide trichloracétique.* Note de M. **A. Clermont**, présentée par M. A. Ditte.

« Lorsque à un mélange à molécules égales d'alcool et d'acide trichloracétique on ajoute une molécule d'acide sulfurique monohydraté (SO^4H^2), la quantité de chaleur dégagée est considérable, et suffisante pour déterminer la formation presque immédiate d'éther trichloracétique; la liqueur, d'abord limpide, devient opalescente au bout de quelques minutes; si on l'additionne alors d'environ quatre fois son volume d'eau froide, le nuage formé se résout rapidement en fines gouttelettes qui se réunissent au fond du vase et se rassemblent en une couche distincte et séparée du reste de la liqueur, couche formée par de l'*éther éthyltrichloracétique;* comme la production de cet éther s'exécute facilement dans un simple

tube à essai, elle peut servir d'expérience intéressante de cours pour montrer la formation rapide d'un éther, tandis que, ordinairement, on le sait, la production de ces corps exige un temps assez prolongé.

» L'éther trichloracétique ainsi formé, lavé à l'eau, séparé du liquide surnageant avec un entonnoir à robinet, ou simplement par décantation, puis additionné de son volume d'ammoniaque, se convertit rapidement en *trichloracétamide*, corps cristallin, blanc, soyeux, onctueux au toucher; celui-ci, jeté sur un filtre, lavé, séché à l'air, puis chauffé au fond d'un tube, se liquéfie à $+135^\circ$, distille à $+240^\circ$ et se sublime sans altération en paillettes brillantes semblables à de la naphtaline.

» Ces réactions, caractéristiques de l'acide trichloracétique, permettent de le reconnaître qualitativement en un temps très court.

» Cette formation de l'éther trichloracétique permet aussi de déceler la présence de l'acide trichloracétique quand, au lieu d'être pur, il se trouve mélangé à d'autres corps chlorés dont le point d'ébullition est supérieur à $+180^\circ$; si, en effet, on ajoute à un tel mélange le tiers de son poids d'alcool et les deux tiers d'acide sulfurique (SO^4H^2), puis que, une heure après, on étende de quatre fois son volume d'eau, il y a, comme on vient de le voir, production d'éther trichloracétique sur lequel on peut effectuer les autres réactions précédemment indiquées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les isomérisations de la pinacone et de ses dérivés*. Note de M. **Maurice Delacre**, présentée par M. Moissan.

« Dans les Notes que j'ai publiées antérieurement sur la constitution de la pinacoline ([1]), jugeant de l'insuffisance des arguments invoqués en faveur de la formule dissymétrique proposée par Butlerow

$$(CH^3)^3.C.CO.CH^3,$$

et appréciant la netteté de certaines preuves en faveur de la formule de Friedel $(CH^3)^2.C\underset{\diagdown\;\diagup \atop O}{-}C(CH^3)$, j'avais cru pouvoir incliner du côté de cette dernière.

» Les recherches que j'ai faites depuis sur cette question m'ont conduit

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1202, et t. CXXIII, p. 245.

à penser que toutes deux sont insuffisantes individuellement pour représenter la constitution de ce composé.

» Je crois devoir donner ici un résumé de mes résultats, afin de me permettre d'exécuter certaines expériences délicates qui me restent à terminer.

» I. La pinacoline obtenue par la méthode de Friedel dans les conditions ordinaires n'est pas pure; on approche davantage de la pureté en se servant d'acide sulfurique concentré ([1]).

» II. L'action du pentachlorure de phosphore sur la pinacoline la plus pure que j'aie pu obtenir donne un chlorure liquide $(CH^3)^3.C.CCl = CH^2$ et des chlorures solides parmi lesquels se trouvent : 1° $(CH^3)^3.C.Cl^2.CH^3$, caractérisé par la production du carbure acétylénique; 2° $(CH^3)^3CCl^2.CH^2Cl$, produit de l'action de PCl^5 sur $(CH^3)^3.C.CCl = CH^2$; 3° un chlorure, probablement $(CH^3)^2.CCl.CCl(CH^3)^2$, qui donne par la potasse alcoolique du tétraméthyléthylène $(CH^3)^2.C = C(CH^3)^2$ (1^{kg},500 de pinacoline a donné tout au plus une dizaine de grammes de cet hydrocarbure).

» III. Les produits de l'action du sodium sur la pinacoline en présence d'eau sont *symétriques*. Ce sont : 1° l'alcool décrit par Friedel comme tel, mais dont les chimistes ont depuis méconnu la nature; 2° le produit solide secondaire, que M. Couturier a scindé en pinacoline et tétraméthyléthylène ([2]).

» IV. Le bromure de l'alcoool pinacolique se comporte exactement comme le produit d'addition de HBr à $(CH^3)^2.C = C(CH^3)^2$.

» V. La réduction du chlorure $(CH^3)^3.C.CCl = CH^2$ cité plus haut donne $(CH^3)^3.C.CH = CH^2$: Eb. 44°; carbure absolument différent de celui auquel M. Couturier a attribué cette formule.

» VI. Le produit d'addition de HBr au carbure $(CH^3)^3.C.CH = CH^2$, et qui bout à peu près à la même température que le bromure de l'alcool pinacolique, s'en distingue très nettement.

» Ce bromure, traité par l'oxyde d'argent humide, ne donne pas ou donne seulement des traces de tétraméthyléthylène; il se produit un composé bouillant vers 125°, que l'on peut considérer comme l'alcool secondaire $(CH^3)^3.C.CH.OH.CH^3$. La potasse diluée agit sur ce même bromure pour donner du tétraméthyléthylène.

» Le bromure de l'alcool pinacolique traité par Ag^2O, PbO, MgO, etc. en présence de l'eau donne environ 80 pour 100 de tétraméthyléthylène. On retrouve dans les résidus un composé bouillant vers 125° qui serait $(CH^3)^3.C.CH.OH.CH^3$.

» VII. L'hydrocarbure auquel M. Couturier a attribué la formule $(CH^3)^3.C.CH=CH^2$ me paraît devoir répondre plutôt à la suivante : $(CH^3)^2.CH.C\begin{matrix}\diagup CH^2 \\ \diagdown CH^3\end{matrix}$. En effet, je n'ai pu constater aucune différence entre son chlorhydrate et le chlorure de l'alcool pinacolique ou chlorhydrate de tétraméthyléthylène $(CH^3)^2.CH.CCl(CH^3)^2$.

([1]) *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 1364.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVI, p. 497.

» VIII. En traitant par KOH le produit de l'addition de ClOH au tétraméthyléthylène, soit $(CH^3)^2.C(OH).CCl(CH^3)^2$, M. Eltekow a obtenu un produit qu'il a décrit comme agissant énergiquement sur l'eau pour donner de la pinacone, et auquel il a assigné la formule $(CH^3)^2.C-C(CH^3)^2$ (les deux C reliés par $\diagdown O \diagup$). Je n'ai pu jusqu'aujourd'hui confirmer les résultats du savant russe. Le produit final de la réaction, lorsque j'ai eu soin de le bien rectifier pour lui enlever la pinacone qu'il contient, s'est montré sans action marquée sur l'eau. Pour plusieurs raisons j'incline à admettre la formule approximative $(CH^3)^2.C(OH).C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup CH^2 \\ \diagdown CH^3\end{matrix}$.

» IX. L'oxydation de la pinacoline ne m'a jamais donné que 50 à 60 pour 100 en acide triméthylacétique. Cette réaction fournit en même temps un produit soluble dans l'eau, qui donne de l'iodoforme avec l'iode et la potasse (acétone).

» Je m'étais attaché à rechercher la raison des transpositions moléculaires diverses que l'on constate dans la série des dérivés de la pinacone, et j'avais pensé devoir classer, d'une part, les réactions de caractère alcalin donnant des composés symétriques, d'autre part les réactions de caractère acide donnant des composés dissymétriques.

» Mais cette explication, que j'ai admise pendant plusieurs années au cours de mes recherches sur la pinacoline, outre qu'elle me semble aujourd'hui artificielle, ne me paraît pas résister à un examen plus approfondi des faits.

» Je crois plus conforme à la nature des choses d'admettre que la pinacoline est un mélange, mais non pas un mélange dans le sens que l'on attribue généralement à ce terme. Elle correspondrait à un état d'équilibre entre les deux formules $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$ et $(CH^3)^2.C-C(CH^3)^2$ (les deux C reliés par $\diagdown O \diagup$) et conserverait donc son caractère d'individualité chimique.

» On remarquera en effet qu'admettre, par exemple, pour la constitution de la pinacoline la formule $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$, composé auquel se trouverait mélangée dans la pratique une certaine proportion

$$(CH^3)^2.C - C(CH^3)^2, \quad (\diagdown O \diagup)$$

ce n'est pas résoudre la difficulté.

» Au contraire, il suffit d'admettre la présence d'une quantité infiniment petite de l'un des composés au sein de l'autre (et cela dans un état d'équilibre qui tend toujours à se rétablir), pour donner une explication, qui me paraît absolument satisfaisante, de tous les phénomènes que j'ai observés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution du picéol.* Note de MM. **Ernest Charon** et **Démétrius Zamanos**, présentée par M. A. Haller.

« M. Tanret a extrait des ramilles du sapin épicéa (*pinus picea*) un glucoside, la picéine, dédoublable par les acides ou l'émulsine en glucose et picéol, et par la baryte en lévoglucosane, anhydride du glucose, et picéol ([1]).

» Dans le cours de son beau travail, M. Tanret a reconnu que le picéol pouvait être représenté par la formule $C^8H^8O^2$; il l'a également caractérisé comme phénol monoatomique, ce qui détermine la nature d'un des oxygènes. Il n'a pas poussé plus loin l'étude de la constitution de ce corps.

» La formule brute donnée par M. Tanret est exactement celle d'une monoxyacétophénone, et l'on expliquerait ainsi la nature du second oxygène de la molécule.

» Nos recherches ont pleinement démontré la justesse de notre hypothèse.

» Les trois oxyacétophénones sont connues, l'ortho est liquide, la méta fond à 92° et la para fond à 108°. Le picéol fond à 109°.

» Nous avons d'abord préparé la paraoxyacétophénone par la méthode de Klingel ([2]) en diazotant la paramidoacétophénone préparée elle-même par le procédé de M. Rousset ([3]).

» Le composé obtenu présente toutes les propriétés du corps découvert par M. Tanret, notamment il fond à 108°, il cristallise hydraté et s'effleurit rapidement dans une atmosphère sèche. Il donne un dérivé benzoylé fondant à 132° identique au dérivé correspondant du picéol.

» Ce corps est difficile à obtenir parfaitement blanc, une trace de fer le colore. Le rendement dans la préparation n'est pas très bon. Ayant entre les mains une certaine quantité de ce composé, nous avons caractérisé sa nature cétonique en préparant la phénylhydrazone, l'oxime, la carbazone.

» Nous avons obtenu ces corps par les mêmes méthodes et identiquement semblables en partant d'un échantillon de picéol mis très obligeamment à notre disposition par M. Tanret.

([1]) Tanret, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 80, et *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, vol. XI, p. 946.

([2]) Klingel, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XVIII, p. 2691.

([3]) L. Rousset, *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XI, p. 320.

» La méthode par diazotation donnant des résultats médiocres, nous avons essayé d'obtenir la paraoxyacétophénone en partant d'un dérivé commercial, l'anisol.

» Ce corps, traité par le chlorure d'acétyle en présence de chlorure d'aluminium [1], fixe l'acétyle en para, en donnant le composé

$$C^6H^4(OCH^3)_1(COCH^3)_4$$

qui n'est autre que l'éther méthylique du picéol.

» Dans cette préparation, on peut améliorer les rendements indiqués par les auteurs en y apportant une légère modification.

» On verse le chlorure d'acétyle dans le sulfure de carbone renfermant le chlorure d'aluminium, au lieu d'opérer en sens inverse. Le rendement est théorique.

» On n'a pas encore donné de préparation de la paraoxyacétophénone en partant de l'acétylanisol; nous avons essayé dans ce but l'action des acides.

» L'acide bromhydrique gazeux passant dans un mélange d'acétylanisol et d'eau légèrement chauffé nous a donné les meilleurs résultats. La saponification doit être arrêtée avant d'être complète, sinon on transforme toute la masse en produits de condensation résineux rougeâtres et insolubles dans la plupart des dissolvants.

» Il faut s'arrêter quand la moitié du produit au plus est transformée. On peut suivre la marche de la réaction à la coloration obtenue et au dégagement de bromure de méthyle.

» La masse est étendue par une solution alcaline faible : le picéol se dissout, l'acétylanisol reste insoluble. On reprend ce dernier par l'éther et, après purification par distillation, il peut servir pour une nouvelle opération.

» La solution alcaline est filtrée, le picéol est mis en liberté par l'acide sulfurique étendu et repris par l'éther. Par évaporation, on obtient un produit cristallisé que l'on purifie en le reprenant par l'eau.

» Cette préparation permet d'obtenir vite une certaine quantité de paraoxyacétophénone pure.

» Il existe une autre méthode pratique pour préparer la paraoxyacétophénone [2]. On traite le phénol par le chlorure d'acétyle en présence

---

(1) KLINGEL, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XVIII, p. 2691.

(2) NENCKI et STRÖBER, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXX, p. 1768.

de Fe^2Cl^6. Par rapport à l'oxydrile, le groupement acétyle se fixe en para.

» Les rendements sont bons, mais le produit est coloré en rouge et l'on ne parvient à l'obtenir blanc que par une série de cristallisations.

» Nous reviendrons sur cette préparation dans une Note prochaine.

» Pour compléter notre démonstration de la formule du picéol, nous sommes passés de ce corps à l'acétylanisol. Il suffit de traiter le dérivé potassique par l'iodure de méthyle.

» L'opération faite soit avec du picéol préparé par M. Tanret, soit avec la paraoxyacétophénone obtenue par nous, a donné du paracétylanisol cristallisé fondant à 32°.

» *Oxime.* — On traite la solution alcoolique concentrée du picéol par les quantités théoriques de chlorhydrate d'hydroxylamine et d'acétate de soude dans très peu d'eau.

» Après une ébullition prolongée, il se sépare une huile qui ne tarde pas à se solidifier. Reprise par le benzène bouillant, elle donne de fines aiguilles très blanches fondant à 143°.

» *Hydrazone.* — La solution aqueuse du picéol traitée par une solution aqueuse légèrement acétique d'acétate de phénylhydrazine donne rapidement de fines aiguilles blanches jaunissant à l'air et se résinifiant très vite.

» Préparée avec du picéol pur, lavée et séchée, l'hydrazone peut être conservée en flacon scellé. Point de fusion : 148°. Point de fusion indiqué par Nencki et Ströber : 136°. Ces expérimentateurs ont dû se servir d'un corps déjà altéré.

» *Semicarbazone.* — On chauffe à l'ébullition pendant quelques instants une solution de picéol additionnée des quantités théoriques de chlorhydrate de semicarbazide et d'acétate de soude. La semicarbazone se sépare par refroidissement en petites aiguilles incolores fondant à 199°.

» La précipitation du picéol par la phénylhydrazine et par la semicarbazide a lieu même en liqueur très étendue et peut servir à isoler ce composé.

» Nous poursuivons ces recherches dans le but d'obtenir la picéine synthétique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le calcul du mouillage et de l'écrémage simultanés du lait.* Note de M. V. Génin, présentée par M. A. Haller.

« On peut calculer presque exactement le mouillage et l'écrémage simultanés d'un lait falsifié en tenant compte du volume spécifique du beurre qui est sensiblement constant par rapport aux autres caractéristiques du lait.

» Soient e et b le poids en grammes de l'extrait et du beurre de 100^{cc} à $15°$ d'un lait pur L; soient e_1, b_1 et e', b' les mêmes quantités pour 100^{cc} à $15°$ de ce lait écrémé L_1 et mouillé après écrémage L'. Soit $\beta = 1^{cc},08$ le volume à $15°$ de 1^{gr} de beurre.

» Le mouillage pour 100, c'est-à-dire le nombre μ des centimètres cubes d'eau qui, ajoutés à $(100 - \mu)^{cc}$ de lait L_1, forment 100^{cc} de lait L', est lié aux quantités e_1, b_1, e', b' par les relations connues :

$$\frac{e_1}{100} = \frac{e'}{100 - \mu}, \qquad \frac{b_1}{100} = \frac{b'}{100 - \mu},$$

qui deviennent, en posant

$$S = \frac{100 - \mu}{100}, \tag{1}$$

$$e_1 = \frac{e'}{S}, \tag{2}$$

$$b_1 = \frac{b'}{S}. \tag{3}$$

» Remarquons que des volumes égaux des laits L et L_1 complètement privés de beurre ont même extrait puisque ces laits ne diffèrent que par la proportion de beurre. Après écrémage complet, les laits L et L_1 ont des extraits respectifs $e - b$ et $e_1 - b_1$ pour des volumes $100 - b\beta$ et $100 - b_1\beta$. En écrivant que ces extraits sont égaux pour l'unité de volume, on aura

$$\frac{e - b}{100 - b\beta} = \frac{e_1 - b_1}{100 - b_1\beta}$$

ou

$$100(e - b) = 100(e_1 - b_1) - \beta(be_1 - eb_1).$$

» Si, dans cette équation, on remplace e_1 et b_1 par leurs valeurs (2) et (3) il viendra

$$100(e - b) = \frac{100(e' - b') - \beta(be' - eb')}{S},$$

d'où

$$S = \frac{100(e' - b') - \beta(be' - eb')}{100(e - b)},$$

S est ainsi exprimé en fonction de quantités connues.

» L'équation (1) donne le mouillage

$$\mu = 100(1 - S). \tag{4}$$

» En définissant l'écrémage par le rapport $\frac{b - b_1}{b}$ ou $1 - \frac{b_1}{b}$ indépendant

de la diminution de volume produite par cette opération et en tenant compte de l'équation (3) on aura pour l'écrémage la valeur

$$1 - \frac{b'}{bS}.$$

» L'écrémage ε rapporté à 100 parties de beurre du lait L sera donné par la formule

$$(5) \qquad \varepsilon = 100\left(1 - \frac{b'}{bS}\right).$$

» Ainsi, la formation de l'expression S permet de calculer le mouillage et l'écrémage, et aussi de déterminer l'espèce de la falsification.

» On voit facilement, en effet, que :

» 1° Pour $S = 1$, il y a écrémage seul donné par la formule simplifiée

$$\varepsilon = 100\left(1 - \frac{b'}{b}\right);$$

» 2° Pour $be' - eb' = 0$ il y a mouillage seul donné par la formule

$$\mu = 100\left(1 - \frac{b'}{b}\right);$$

» 3° Pour $be' > eb'$ il y a mouillage et écrémage donnés par les formules (4) et (5). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation du parfum de la vanille.* Note de M. **Henri Lecomte**, présentée par M. Guignard.

« Au moment de la cueillette, les fruits du Vanillier (*Vanilla planifolia* Andr.) ne dégagent pas du tout l'odeur caractéristique de vanille; c'est seulement à la suite de la préparation spéciale qu'on leur fait subir que cette odeur se développe peu à peu. En écrivant, à l'usage des planteurs de nos colonies, un ouvrage sur la vanille, j'ai pu constater que ces procédés, qui fournissent d'ailleurs des résultats si divers, sont purement empiriques, et j'ai été amené à étudier les conditions dans lesquelles se produit la vanilline.

» Tout d'abord j'ai reconnu, dans les divers organes du Vanillier, la présence constante d'un ferment oxydant analogue à ceux qui ont été étu-

diés par M. G. Bertrand [1] et qu'on réunit actuellement sous la dénomination générale d'*oxydases*. Les objets dans lesquels la présence d'oxydases a été constatée sont les suivants :

» 1° Tige et feuilles de Vanilliers (*V. planifolia*) provenant des serres de l'École de Pharmacie de Paris ;

» 2° Liquide extrait de tiges et de feuilles de Vanilliers (*V. planifolia*) cultivés au jardin d'essais de Libreville (Congo français);

» 3° Fruits verts et fruits mûrs, mais non préparés, provenant de la Réunion et expédiés dans des tubes remplis de rhum;

» 4° Vanille préparée, fournie par des commerçants, et provenant du Mexique, de la Réunion, des Seychelles et des Comores.

» La présence d'une oxydase a été constatée par les caractères suivants :

» *a.* Action sur la teinture de gayac qui bleuit directement sans l'intervention de l'eau oxygénée;

» *b.* Séparation par l'alcool, redissolution dans l'eau et action sur la teinture de gayac;

» *c.* Toute partie du Vanillier portée à 100° perd son action sur la teinture de gayac;

» *d.* L'absorption de l'oxygène par le liquide extrait des tiges et des feuilles et contenant l'oxydase a été directement constatée.

» Dans le fruit mûr, le ferment est localisé dans le parenchyme du péricarpe. L'épiderme extérieur n'en contient pas; les assises de cellules situées directement sous l'épiderme n'en contiennent que très peu, ou en manquent complètement. L'épiderme intérieur n'en contient pas non plus. C'est donc le parenchyme interne du péricarpe qui en contient le plus; mais, dans ce parenchyme, on constate que les cellules à raphides sont dépourvues d'oxydase et que celle-ci paraît surtout abondante dans les cellules les plus rapprochées des faisceaux libéroligneux.

» Le pédoncule du fruit vert contient une oxydase dans ses tissus; celui du fruit mûr, mais non préparé, en manque presque complètement. Or, précisément, la préparation ne développe que très peu de vanilline dans cette partie du fruit.

» Comme il a été dit plus haut, la vanille préparée que l'on trouve dans le commerce contient elle-même l'oxydase; mais, fait singulier, tandis que les vanilles les plus estimées (Mexique, Réunion, Mayotte, Seychelles) contiennent cette oxydase en proportion notable, les vanilles médiocres,

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 1215; t. CXX, p. 266; t. CXXI, p. 166, 726 et 783; t. CXXII, p. 1132 et 1215; t. CXXIV, p. 1032 et 1355.

comme la vanille de Tahiti et le vanillon de la Guadeloupe, n'en contiennent pas ou se colorent à peine par la teinture de gayac.

» D'autre part, nous avons recherché dans la vanille la présence du manganèse, que M. Bertrand considère comme le véhicule de l'oxygène. Cette présence a été constatée pour tous les matériaux que nous avions à notre disposition ([1]).

» Toutes les constatations qui précèdent sont de nature à nous faire penser que l'oxydase contenue dans les fruits du Vanillier doit jouer un rôle important dans la préparation de la vanille.

» Cependant une objection, très sérieuse en apparence, pourrait être formulée. Dans le mode de préparation actuellement suivi à la Réunion, la première opération à laquelle on soumet les fruits consiste à les plonger pendant vingt secondes environ dans de l'eau maintenue à 80°-85°C. Or, à cette température, les oxydases seraient exposées à perdre leur propriété caractéristique. Mais des expériences plusieurs fois répétées nous ont montré que des fruits plongés dans de l'eau bouillante pendant trente secondes ne prenaient pas, à l'intérieur, à la fin de cette immersion, une température supérieure à 55°. Or, dans la pratique, les fruits ne sont pas plongés isolément mais par paniers; en outre, l'eau n'est pas à 100°, mais tout au plus à 85°; enfin l'immersion ne dure que vingt secondes au lieu de trente. On est donc autorisé à déclarer qu'à l'intérieur des fruits plongés dans l'eau chaude, à 80°-85°, la température n'atteint jamais 50° et que, dans ces conditions, non seulement l'oxydase n'est pas altérée, mais qu'elle se trouve au contraire à une température très favorable.

» Il restait à fixer la nature de la substance capable de se transformer en vanilline, dans les fruits du Vanillier, sous l'influence de l'agent oxydant. En poursuivant cette recherche nous avons pu nous assurer que le suc extrait du Vanillier contient un autre ferment possédant la propriété d'hydrater l'amidon et qui, agissant sur une solution de coniférine, provoque la formation d'une substance possédant les mêmes réactions que

---

([1]) Si l'on veut bien se rappeler que les mines d'argent sont particulièrement nombreuses au Mexique et que, en bien des points, l'argent s'y trouve associé à une gangue manganésifère, on peut se demander si la présence habituelle du manganèse dans les terres du Mexique n'est pas une des conditions qui assurent la qualité supérieure et incontestée de la vanille provenant de ce pays. Mais c'est là une hypothèse que des recherches ultérieures peuvent seules justifier.

celle dont nous avions reconnu la présence constante dans les tissus du Vanillier.

» Nous avons donc constaté, dans le Vanillier, la présence simultanée de deux ferments distincts, l'un hydratant, l'autre oxydant, dont l'existence paraît intimement liée à la production de la vanilline.

» En effet, ayant pris deux fruits mûrs semblables, A et B, expédiés de la Réunion dans des tubes remplis de rhum, nous nous proposâmes de les préparer à l'étuve. Le fruit A fut d'abord porté à 100° pendant dix minutes dans l'eau à l'ébullition; B ne fut pas soumis à cette opération. Les deux fruits furent préparés de la même façon et pendant le même temps. Le fruit A devint mou et ne dégage actuellement qu'une odeur à peine perceptible de vanilline; B prit au contraire l'odeur caractéristique de vanille et, ayant été placé sur une feuille de papier, il se couvrit, même partiellement, au bout de quelques jours, de petits cristaux de givre qu'il fut facile de reconnaître pour des cristaux de vanilline.

» En résumé, en dehors des faits positifs signalés dans cette Note, on peut faire l'hypothèse suivante sur la formation de la vanilline dans les fruits pendant la préparation : le ferment hydratant transformerait la coniférine naissante en alcool coniférylique et glucose. La présence du glucose est, en effet, constante dans la vanille. D'autre part, l'alcool coniférylique serait transformé en vanilline par l'action de l'oxydase. Malheureusement, les matériaux nous ont fait défaut pour effectuer les expériences capables de confirmer cette hypothèse et nous nous proposons de poursuivre ce travail quand nous aurons reçu des colonies les matériaux nécessaires. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'*Iboga, *sur ses propriétés excitantes, sa composition, et sur l'alcaloïde nouveau qu'il renferme, l'*ibogaïne. Note de MM. **J. Dybowski** et **Ed. Landrin**, présentée par M. Henri Moissan. (Extrait.)

« Lors des voyages accomplis au Congo français, nous eûmes l'occasion de constater que les indigènes des territoires situés entre l'embouchure de l'Ogoué et le Mayumbé font usage des parties ligneuses d'une plante désignée dans le bas Ogoué et le Fernand Naz sous le nom d'*Iboga* et que les Pahouins appellent *Aboua*.

» L'usage constant qu'ils en font a dû contribuer à rendre l'espèce peu abondante et même rare dans certaines régions. Ils prétendent, en effet,

que l'absorption d'une certaine quantité de la plante donne des forces nouvelles et permet de résister à une longue fatigue, en enlevant tout besoin de sommeil. Ils lui attribuent aussi des vertus aphrodisiaques.

» Les pagayeurs en font un usage régulier. Interrogés par nous, ils nous ont toujours déclaré que l'Iboga avait sur eux une action identique à celle de l'alcool, sans troubler la raison; voulant, semble-t-il, indiquer par là les propriétés excitantes de cette plante.

» Ces propriétés ont été dès longtemps indiquées. Le professeur Baillon, dans la séance du 6 mars 1889 de la Société linnéenne, décrivit l'Iboga d'après les échantillons rapportés de la région du cap Lopez par Griffon du Bellay. Dans la description qu'il en donne, il dit :

» Elle paraît suffrutescente et ses branches ont environ $1^{m},50$ de haut. Elles partent d'une très grosse racine ramifiée qui a une écorce grise et amère, et c'est la partie de la plante que les Gabonais mangent.

» ... Je nomme cette plante *Tabernanthe Iboga,* mais je ne puis dire encore si ce type rentrera dans le genre *Tabernæmontana* comme section, ou s'il constituera un genre de la série des Arduinées.

» Une étude plus approfondie du fruit montre que l'ovaire, dans sa partie inférieure, est biloculaire et en haut uniloculaire et à placentation pariétale, fait qui a été constaté chez quelques *Melodinus* où le fruit est unique et non formé de deux baies distinctes : c'est ainsi qu'est constitué le fruit dans l'Iboga. Il semble donc qu'il y ait lieu de croire que les Tabernanthes ont un rapport plus direct avec les Arduinées, dans la série desquelles ils doivent être définitivement rangés.

» Le principe actif de l'Iboga ne semble pas seulement résider dans l'écorce, ainsi que l'indique Baillon, mais dans le bois tout entier et principalement dans les racines, qui sont particulièrement utilisées par les indigènes. Ce sont ces racines que nous avons étudiées.

» L'Iboga doit ses propriétés à un alcaloïde particulier que nous avons pu isoler et que nous avons désigné sous le nom d'*ibogaïne*.

» Cet alcaloïde n'étant pas libre dans la racine, nous l'avons extrait par le procédé suivant : on additionne la racine réduite en poudre fine d'un lait de chaux; on sèche le mélange, puis on l'agite avec de l'éther. L'éther est séparé à son tour et agité avec de l'eau acidifiée au dixième avec de l'acide sulfurique qui s'empare des alcaloïdes en solution, en les transformant en sulfate. On répète plusieurs fois ce traitement pour épuiser complètement l'Iboga, puis les liqueurs acides sont réunies et traitées par la soude caustique en solution qui précipite les alcaloïdes bruts. Ceux-ci sont un mélange d'alcaloïde amorphe, sur les propriétés duquel nous reviendrons plus tard, et d'un

alcaloïde nettement cristallisé. Ce dernier étant beaucoup moins soluble dans l'alcool que le premier, on le sépare par des purifications successives dans l'alcool.

» Par ce procédé nous avons pu extraire de l'Iboga 6^{gr} à 10^{gr} d'ibogaïne par kilogramme, suivant les échantillons essayés. C'est, comme on le voit, un rendement relativement élevé.

» L'ibogaïne ainsi obtenue est un corps parfaitement cristallisé, de couleur légèrement ambrée : les cristaux bien nets, de plusieurs millimètres de longueur, sont de longs prismes transparents à base rectangle, terminés par des facettes inclinées (système du prisme droit, type orthorhombique).

» L'ibogaïne est presque complètement insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, surtout à chaud. A la température de 15° C. 1^{gr} se dissout dans 28^{gr} d'alcool à 95° et, à l'ébullition, dans 4^{gr} d'alcool. Elle est également très soluble dans l'éther, le chloroforme, la benzine et la plupart des dissolvants.

» Elle fond à la température de 152° C. en un liquide jaune, transparent; sa saveur est styptique, toute particulière, un peu analogue à celle de la cocaïne.

» Elle dévie à gauche le plan de polarisation. Sa déviation en solution alcoolique (alcool à 95°) a été trouvé de : $\alpha = -48° 32'$. Cette détermination a été faite au polarimètre Laurent, dans un tube de 20^{cm} à la température de 15° C. La déviation trouvée était de 1° 56′ pour 1^{gr} d'alcaloïde, en solution dans 50^{cc} d'alcool.

» L'ibogaïne s'oxyde facilement à l'air, en se colorant en jaune brun et paraissant se transformer en un composé incristallisable. Ses solutions salines sont précipitées en blanc par le réactif de Mayer, par le tannin (précipité soluble dans l'alcool), par le sublimé et par l'acide phosphoantimonique. L'iodure de potassium iodé donne un précipité rouge brun; l'iodure double de bismuth et de potassium, un précipité jaune d'or.

L'ibogaïne forme avec les acides sulfurique, nitrique, acétique, benzoïque, des sels neutres au papier de tournesol, mais incristallisables. Au contraire, le chlorhydrate cristallise parfaitement, surtout en solution acide.

» Nous poursuivons l'étude des autres propriétés chimiques de l'ibogaïne, sur lesquelles nous nous proposons de revenir.

» A l'analyse, la moyenne de cinq combustions nous a conduits à lui assigner la formule $C^{52} H^{66} Az^6 O^2$.

Des expériences physiologiques, actuellement en cours, nous ont permis d'établir l'action énergique de l'ibogaïne; comme celle de l'Iboga, elle s'exerce particulièrement sur le système bulborachidien, produisant, à faible dose, une excitation particulière; à dose massive, des effets analogues à ceux qui sont dus à l'absorption de l'alcool en excès. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence du méthylal sur la végétation de quelques Algues d'eau douce*. Note de M. **Raoul Bouilhac**, présentée par M. Dehérain.

« Depuis longtemps Baeyer et Wurtz ont émis l'idée que les hydrates de carbone contenus dans les plantes proviennent de la condensation de l'aldéhyde formique.

» Margraft a trouvé de l'acide formique dans certaines plantes, et, plus tard, M. Maquenne a rencontré de l'alcool méthylique dans les feuilles de divers végétaux. Bokorny a vu de l'amidon apparaître dans des filaments de Spirogyre en contact avec une solution étendue de méthylal. J'ai montré depuis longtemps qu'une Algue, le Nostoc punctiforme, exposée à une lumière très atténuée, perdait la propriété de décomposer l'acide carbonique, mais pouvait néanmoins se développer, à la condition de trouver dans sa solution nutritive une matière organique, telle que le glucose. J'ai disposé de nouvelles cultures par le même procédé; mais avant de remplacer le glucose par l'aldéhyde formique, dont vraisemblablement il dérive, j'ai songé à utiliser le méthylal, moins nocif que l'aldéhyde.

» *Expérience n°* 1. — Culture de choux en présence du méthylal. L'espèce choisie fut le chou express. Après avoir fait germer des graines et cultivé les plantes obtenues pendant quelques jours en introduisant leurs racines dans des solutions nutritives pour leur donner le temps de se développer un peu, j'ai préparé plusieurs bouquets contenant huit choux. Chacun de ces bouquets fut enraciné dans un litre d'eau additionné de tous les sels indispensables à leur végétation. Quatre d'entre eux furent pris comme témoins : dans la solution nutritive des quatre bouquets qui restaient, j'ajoutai trois gouttes d'une solution de méthylal à 42 pour 100. Mes huit cultures furent placées dans une serre voisine du laboratoire et sous une table, de telle sorte qu'elles recevaient très peu de lumière. Mes plantes sont mortes les unes après les autres, mais les choux, qui avaient à leur disposition du méthylal, ont vécu huit ou dix jours de plus que ceux qui n'en avaient pas reçu.

» *Expérience n°* 2. — Au mois de mars 1901 j'ai préparé une solution nutritive dont j'ai donné la composition à propos de mes cultures de Nostoc punctiforme; toutefois, dans le cas présent, ma solution était additionnée de 1^{gr} de nitrate de soude par litre. Je pris 4 matras de un litre, je versai un demi-litre de ma solution dans chacun d'eux et je les ensemençai tous avec un mélange d'Algues. Trois de ces matras me servirent de témoins; dans le quatrième j'ajoutai une goutte de méthylal. Ces quatre matras furent portés dans la serre et sous la table, de telle sorte que, comme les choux, ils étaient très peu éclairés. Plus tard, alors que dans mes matras témoins, aucune végétation n'apparaissait, je vis des Algues se développer dans celui dont la solution contenait du méthylal.

» En ajoutant à intervalles éloignés de nouvelles gouttes de méthylal, et une par une, j'obtins une belle culture d'Algues; un échantillon de ces plantes a été soumis à l'examen de M. Bornet, qui m'a transmis la Note suivante :

« *La presque totalité de la masse végétale est composée de Nostoc punctiforme en très bel état ; certaines parties sont fructifiées et l'on trouve des spores en germination. Une autre plante du même groupe est mêlée en petite quantité à la précédente. Ce sont des filaments plus fins, appartenant probablement au genre* Anabœna. *Çà et là j'ai aperçu quelques groupes de* Scenedesmus obtusus. »

» Je n'ai pas pesé la récolte, car je tenais à utiliser ces plantes pour des expériences nouvelles.

» *Expérience n°* 3. — Au mois de mai dernier, j'ai préparé 20 matras de culture ; dans chacun de ces matras dont la capacité était d'un litre je versai un demi-litre de ma solution nutritive; trois de ces matras furent pris comme témoins et dans les 17 qui restaient j'ajoutai trois gouttes de méthylal à 42 pour 100. Je préparai encore 4 matras de trois litres dans lesquels je versai un litre de ma solution. Tous ces matras furent ensemencés avec des fragments d'Algues pris dans la culture mentionnée plus haut; après quoi ils furent placés dans la serre et sous la table dont j'ai déjà parlé; ils restèrent ainsi faiblement éclairés. Dans les matras témoins, les plantes ne végétèrent pas, comme je m'y attendais, du reste, après toutes les cultures que j'ai conduites de la même manière depuis plusieurs années.

» Dans les autres, au contraire, la végétation apparut. Pour l'entretenir, j'ajoutais à intervalles éloignés 2 ou 3 gouttes de méthylal; mais, auparavant, je me contentais de verser ces gouttes dans un seul matras, et comme il m'arrivait le lendemain de trouver la culture toute roussie, j'attendais huit ou quinze jours pour recommencer et quelquefois plus.

» Au mois d'octobre de cette année, j'ai mis fin à cette expérience au cours de laquelle j'ai perdu quatorze cultures. Les plantes 1 et 5 ont été soumises à l'examen de M. Bornet, dont la bienveillance est inépuisable.

» Le Tableau suivant résume mes résultats et indique les observations de M. Bornet.

Numéros des matras.	Poids de récoltes pesées à l'état sec.	Observations de M. Bornet.
Matras témoins.......	gr néant	
Matras de 1 lit n° 1....	0,12	*Dans cette culture, l'*Anabœna *forme la masse principale, les Nostocs en voie de multiplication par hormogonies sont beaucoup moins abondants : les plantes sont en très bon état.*
» n° 2....	0,085	
» n° 3....	0,092	
» n° 4....	0,067	
» n° 5....	0,012	

Numéros des matras.	Poids de récoltes pesées à l'état sec.	Observations de M. Bornet.
Matras de 3^{lit} nº 5	gr 0,3	*Nostoc et* Anabœna *en quantités à peu près égales et tous deux en bel état de végétation. Les Nostocs consistent en hormogonies en voie de développement.*
» nº 6	0,271	
» nº 7	0,223	

» *Expérience nº 4.* — J'ai essayé de cultiver ces mêmes Algues à l'obscurité complète au moyen du méthylal : résultats nuls.

» De ces expériences se dégage la conclusion suivante : Le Nostoc et l'*Anabœna*, semés ensemble en solutions nutritives et exposés à des radiations lumineuses trop faibles pour décomposer l'acide carbonique, sont incapables de végéter sans avoir une matière organique à leur disposition ; dans ce cas, le méthylal peut être utilisé.

» Toutefois, une petite quantité de lumière reste toujours nécessaire, car à l'obscurité complète mes cultures ont échoué.

» Le méthylal étant une combinaison d'alcool méthylique et d'aldéhyde formique, je me propose de rechercher si une de ces deux matières organiques employée isolément ne serait pas susceptible de produire les mêmes effets. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur la formation de l'ovule et du sac embryonnaire dans les Araliacées et sur les modifications dont le tégument est le siège.* Note de M. L. **Ducamp**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« I. Les mamelons ovulaires prennent naissance à raison de deux pour chaque loge sur les bords du carpelle en s'enfonçant obliquement comme des dents ou des lobes de feuilles. L'un, ascendant, s'insinue dans la partie supérieure de la loge et avorte faute de place. L'autre descend dans la loge et continue son développement. Leur insertion toujours latérale varie suivant les genres. L'ovule descendant s'insère tantôt à droite, tantôt à gauche, quand l'ovaire compte plus de deux carpelles (*Aralia, Hedera, Fatsia, Meryta,* etc.). Dans les ovaires à deux carpelles (*Acanthopanax, Panax, De-*

larbrea), comme chez les Ombellifères ([1]), il y a une demi-cloison stérile et l'autre fertile.

» II. Le nucelle se différencie avant tout changement extérieur par trois ou quatre cellules sous-épidermiques. Les latérales se cloisonnent longitudinalement pour fournir les séries latérales du nucelle; la médiane grandit, devient *cellule privilégiée* ([2]), et amène un soulèvement conique situé un peu extérieurement au sommet du mamelon ovulaire.

» III. Le tégument se traduit dès le début dans le méristème par un cloisonnement longitudinal qui intéresse ensuite la cellule épidermique du bord du soulèvement. Le bourrelet tégumentaire est unilatéral et devient circulaire avant l'enveloppement complet du nucelle.

» IV. La cellule privilégiée ou cellule sous-épidermique donne la cellule apicale et la cellule subapicale.

» *a*. La cellule apicale reste indivise ou se divise transversalement et même longitudinalement.

» *b*. La cellule subapicale reste indivise et se différencie en cellule mère primordiale, ou elle se divise horizontalement et la dernière formée est la cellule mère primordiale.

» *c*. La cellule mère primordiale se divise en deux, puis l'inférieure en deux pour former une série de trois cellules dont la dernière est la cellule mère du sac embryonnaire.

» A ces règles presque toujours suivies chez toutes les espèces étudiées nous avons observé accidentellement les exceptions suivantes :

» 1° La cellule sous-épidermique s'est différenciée une fois en cellule mère primordiale (*Aralia spinosa*).

» 2° La cellule sous-épidermique différenciée en cellule primordiale a donné quatre cellules sœurs (*Aralia cachemirica*).

» 3° La cellule subapicale s'est divisée longitudinalement et les deux cellules primordiales formées ont produit deux séries axiles de deux cellules sœurs chacune (*Aralia racemosa*).

» 4° A côté de la série axile, une cellule latérale du nucelle s'est différenciée en cellule primordiale (*A. racemosa*, *Fatsia japonica*).

» 5° En dehors de la région axiale, deux séries longitudinales de deux cellules sœurs proviennent de la segmentation d'une cellule latérale (*Fatsia japonica*).

» 6° Trois séries de deux cellules-sœurs ont été rencontrées dans un ovule de *Fatsia japonica*.

([1]) Van Tieghem, *Structure de quelques ovules et parti qu'on en peut tirer pour améliorer la classification* (*Journal de Botanique*, p. 13-34; 1898).

([2]) Warming, *De l'ovule* (*Ann. des Sc. nat.*, 6e série, t. V; 1878).

» 7° La cellule primordiale a donné quatre cellules sœurs (neuf cas) (*A. racemosa, A. spinosa, A. cachemirica, Hedera Helix, Fatsia japonica*).

» 8° La cellule primordiale a produit quatre noyaux en file sans former les cloisons séparatives correspondantes (*A. cachemirica*).

» 9° Les cellules supérieures au sac se sont divisées longitudinalement (*A. racemosa*). Dans un autre cas la cellule contiguë au sac a divisé son noyau sans que la partition fût accompagnée de cloison (*A. racemosa*). Dans deux autres cas (*Fatsia japonica*), seule la seconde cellule de la série axile a subi une segmentation longitudinale. Cette exception rappelle les cas du *Phaseolus*, de l'*Erythrina*, des *Cercis* [1].

» 10° Dans un seul exemple la seconde cellule sœur est devenue sac embryonnaire; la dernière forme donc une anticline [2].

» Malgré toutes ces exceptions nous n'avons pas observé de nucelle avec deux sacs embryonnaires développés.

» La présence de plusieurs séries longitudinales de cellules sœurs apporte une nouvelle force à la théorie qui homologue l'ovule à un macrosporange, le tégument représentant l'indusie. Le dixième cas montre que toutes les cellules de la série axile peuvent donner le sac embryonnaire.

» V. Les partitions du sac embryonnaire suivent la loi générale donnée par Strasburger. La fusion des noyaux polaires se fait avant l'ouverture de la fleur et près du groupe supérieur.

» VI. Quand le sac embryonnaire est développé, le nucelle est résorbé dans ses parties supérieure et latérales et se trouve réduit à une petite colonne de quatre à cinq files cellulaires, dans laquelle plonge le cœcum inférieur du sac. Cette résorption est le résultat de la fonction diastasique que révèlent les cellules sœurs avant la formation du sac embryonnaire; ces cellules présentent, en effet, un protoplasme très dense et une capacité colorante énergique.

» VII. Une transformation semblable s'opère dans le tégument. Celui-ci se différencie en deux zones. La zone externe, occupant un tiers de l'épaisseur totale, perd un peu de son activité et présente sur sa limite intérieure des cellules cristalligènes avec macles d'oxalate de calcium. La zone interne se charge de matières protéiques, tandis que l'épiderme interne cutinise sa surface et se différencie en assise digestive. Si l'on admet que les lames

(1) Guignard, *Embryogénie des Légumineuses* (*Annales des Sciences naturelles: Botanique*, 6e série, t. XII).

(2) Vesque, *Développement du sac embryonnaire des Phanérogames angiospermes* (*Annales des Sciences naturelles*, 6e série, t. VI). *Nouvelles recherches*, t. VIII; 1879.

cutinisées sont peu favorables aux échanges osmotiques, il faut conclure que la nutrition du sac se fait principalement par la base du nucelle. Sous l'action diastasique de cette assise et par un processus de gélification, la zone interne forme une masse fluide qui est refoulée par le sac embryonnaire; quand elle est réduite à une lame mince, l'assise secrétrice subit le même phénomène; l'action s'est continuée aussi dans la zone externe, seuls l'épiderme et quelquefois l'assise sous-jacente ont été épargnés.

» VIII. A la maturité l'albumen est recouvert par une couche membraniforme représentant la zone interne du tégument, une lame cornée avec macles d'oxalate de calcium provenant de la zone externe et l'épiderme externe. Les couches supérieures sclérifiées, décrites par M. J. Godfrin dans le tégument séminal de l'*Aralia racemosa* (1), n'appartiennent pas au tégument ovulaire; elles dérivent de l'endocarpe. Cet endocarpe se différencie en trois assises : l'épiderme interne de la loge et les deux assises sous-jacentes.

» Dans les *Aralias*, les *Panax*, la première reste simple, mais la moyenne donne trois ou quatre rangées de fibres longitudinales et la plus externe cinq ou six séries de fibres transversales obliques. Tous ces éléments sont fortement sclérifiés. Aussi ce spermoderme forme une enveloppe protectrice solide. Dans les *Hedera*, le *Fatsia japonica*, les trois assises restent à une seule rangée de cellules sclérifiées et la protection est moins efficace. Cela tient à ce que la graine arrive à maturité après l'hiver. »

BOTANIQUE. — *Germination des spores de* Penicillium *sur l'eau*. Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note récente, j'ai rappelé que la germination des spores de *Penicillium glaucum*, placées dans l'air humide, dépend plus de l'état hygrométrique que de la quantité absolue de vapeur d'eau par unité de volume d'air; cette germination est donc sous la dépendance plus immédiate du rapport de f à F; j'ai même avancé qu'elle serait encore plus immédiatement sous la dépendance du rapport de f à F'. Je réserve pour plus tard l'étude de cette dernière conception.

» Pour mettre en lumière la notion de dépendance de l'état hygromé-

---

(1) J. Godfrin, *Étude histologique sur les téguments séminaux chez les Angiospermes*, p. 59; 1880.

trique, j'ai institué trois catégories d'expériences dans lesquelles les spores se trouvaient dans autant de catégories de conditions différentes : 1° spores dans des atmosphères limitées reposant sur des solutions de NaCl différemment concentrées; 2° spores dans des atmosphères limitées, au repos, chargées, au début et à la même température, de vapeur d'eau au voisinage de la saturation pour cette température, puis portées à des températures différentes; 3° spores dans un même courant d'air humide, mais maintenues à des températures différentes (¹).

» Plus récemment encore, j'ai repris cette même notion en plaçant les spores dans un air alternativement humide et faisant varier la durée relative du passage de chaque courant sur les spores.

» En alimentant les deux courants : l'un par l'air du laboratoire (air relativement sec et empêchant la germination), l'autre par de l'air ayant traversé deux barboteurs à eau et chargé d'humidité au voisinage de la saturation (air suffisamment humide pour permettre la germination), je suis arrivé à ce résultat que, à égalité de durée de chaque passage, alternance régulière, la germination ne se fait pas ou, au moins, est fortement retardée. Bien plus, en variant la durée de passage de chaque courant, il m'a fallu donner à cette durée la valeur 11 pour l'air humide et la valeur 1 pour l'air sec avant d'arriver à la germination; alors seulement cette germination a pu se produire dans un temps voisin de celui qui était nécessaire à la germination normale, et encore il y avait un retard très appréciable sur la germination des spores gardées continuellement dans le courant d'air humide.

» Enfin, dans le passage en alternance régulière de deux courants d'air saturés, l'un à 25°, l'autre à 30°, sur des spores maintenues à 30°, il n'y a pas eu de germination ou, au moins, il y a eu un fort retard sur la germination normale aux deux températures (²).

» Dans toutes ces expériences, les spores étaient placées seulement dans l'air humide; j'ai cherché, depuis, à me rapprocher le plus possible du cas où les spores reposent sur l'eau afin de voir si la même notion d'état hygrométrique peut encore intervenir.

» Pour cela, je me suis confectionné des tubes de verre renflés dans leur partie moyenne; placés horizontalement, ils recevaient dans leur portion basse de l'eau sur laquelle je faisais surnager deux ou trois petits carrés de lamelle de mica, chaque carré

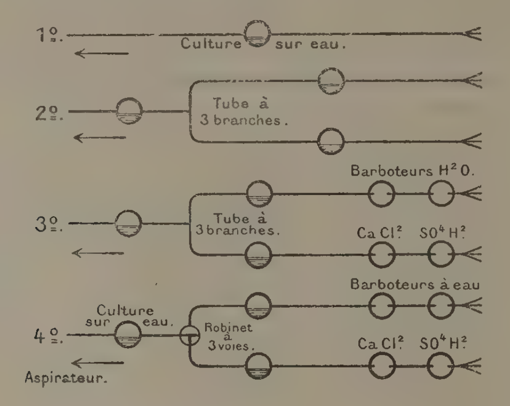
(¹) Pierre Lesage, *Germination des spores de* Penicillium *dans l'air humide* (*Comptes rendus*, 15 juillet 1901).

(²) Pierre Lesage, *Germination des spores de* Penicillium *dans l'air alternativement sec et humide* (*Congrès de l'Assoc. franç. pour l'avanc. des Sc.;* Ajaccio, séance du 11 septembre 1901).

portant une légère goutte de gélose sur laquelle avaient été déposées des spores. Ces tubes de verre étaient intercalés dans des circuits ou systèmes de canaux diversement disposés. Voici le principe des principales séries d'expériences et leurs résultats. Les numéros correspondent à ceux des schémas représentés dans la figure ci-dessous.

» 1° Dans un courant unique d'air relativement sec (air du laboratoire), la germination ne s'est pas produite sur les lamelles de mica longtemps après la germination normale; et cependant les spores pouvaient germer puisque, les lamelles étant mises à flotter en chambre humide, la germination s'était effectuée ultérieurement.

» 2° La vitesse du courant d'air relativement sec joue un certain rôle puisque, dans un système à trois voies où les vitesses étaient de 1 pour deux des canaux et de 2 pour le troisième canal, la germination s'étant produite après un certain laps de temps, on pouvait constater alors que cette germination avait été plus rapide dans les courants de vitesse 1 que dans le courant de vitesse 2.



» 3° La tension de la vapeur d'eau dans l'air des courants intervient aussi. En effet, dans un assemblage à trois voies parcourues, la première par de l'air sec, la seconde par de l'air presque saturé, la troisième par la superposition des deux premiers, on pouvait constater la non germination dans la première voie, la germination dans les deux autres voies, mais beaucoup plus rapide dans la seconde que dans la troisième;

» 4° Enfin, si dans le même assemblage on vient à faire alterner régulièrement dans la troisième voie les courants des deux premières, on constate encore non germination dans la première, germination dans la seconde, mais dans la troisième, au lieu de la germination du système précédent, on voit un commencement de dessiccation des spores. Par conséquent, des spores ne germent pas quand elles sont placées sur l'eau et frôlées par un courant d'air alternativement sec et saturé de vapeur d'eau. J'ai mesuré le débit moyen du courant de cette troisième voie en vidant un sac de caoutchouc rempli d'un volume d'air connu : la vitesse était sensiblement de 1^{lit} par minute. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Effets de la congélation sur le lait.* Note de MM. F. **Bordas** et **de Raczkowski**, présentée par M. Brouardel.

« Les nombreux essais de congélation effectués sur des solutions diverses de matières colorantes, d'acides, d'alcalis, de sels, d'alcaloïdes et d'essences, avaient permis à l'un de nous ([1]) de constater qu'invariablement les matières en solution ou en suspension se concentraient vers le centre et à la base de la masse congelée.

» En faisant congeler des eaux impures comme celles de l'Ourcq ou de la Seine, on avait obtenu des blocs de glace dont le noyau central et la partie inférieure contiennent toutes les impuretés solubles et insolubles, tandis que la périphérie, absolument transparente, est constituée par de l'eau pure.

» Nous avons poursuivi ces expériences et étudié les effets produits par la congélation sur le lait.

» Le lait qui nous a servi présentait la composition suivante :

	Pour 100 cent. cubes.
Extrait à 100°	13,97
Cendres	0,83
Beurre	4,80
Lactose	4,60
Caséine ([2])	3,72

» Ce lait contenu dans des bocaux de 2^{lit} a été abandonné pendant quarante-huit heures à la température de — 10°.

» Après congélation on pouvait distinguer quatre portions d'aspect bien différent.

» La *partie supérieure*, molle, semblait ne contenir que de la matière grasse.

» La *périphérie*, d'aspect feuilleté, était translucide.

» Le *centre* formait un véritable noyau blanc, constitué en majeure partie par de la caséine.

» Enfin, la *partie inférieure* paraissait être uniquement composée de caséine.

» Ces diverses parties ont été séparées aussi bien que possible et chacune d'elles a

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXX, n° 12.

([2]) Nous désignons sous le nom de *caséine* les matières albuminoïdes représentant la différence entre les éléments dosés et l'extrait.

été abandonnée à la fusion lente. On a prélevé des volumes égaux qui ont fourni les résultats analytiques suivants.

» Pour 100^{cc} du liquide de fusion :

	Périphérie.	Partie supérieure.	Partie centrale.	Partie inférieure.
Extrait	6,53	32,21	26,75	41,53
Cendres	0,46	0,61	2,10	2,78
Beurre	1,54	21,68	1,58	0,79
Lactose..........	2,81	3,52	10,64	18.65
Caséine..........	1,72	6,40	12,43	19,31

» On voit que la partie supérieure du bloc est presque exclusivement constituée par de la crème, tandis que le centre et la base contiennent peu de beurre et la majeure partie du lactose et de la caséine.

» Le beurre a donc gagné le haut de la masse sous la double influence de la poussée provoquée par la congélation et la faible densité des globules gras, tandis que les autres éléments : lactose, caséine et les sels, se sont rassemblés au centre et vers la partie inférieure.

» Il y a lieu de remarquer que la séparation des éléments entrant dans la composition du lait est loin de représenter la netteté que l'un de nous a constatée dans les essais pratiqués avec de l'eau chargée de sels.

» Les faibles quantités de matières grasses et de matières albuminoïdes qui recouvrent les cristaux de glace empêchent ceux-ci de se souder entre eux; il en résulte que la masse congelée est opaque et a l'aspect feuilleté.

» Ce que nous venons de dire se rapporte aussi aux cendres, lesquelles sont presque exclusivement composées de phosphate de chaux.

» Quant au lactose, qui devrait en tant que substance soluble se rassembler intégralement vers le centre et la base du bloc, nous espérons donner prochainement la raison pour laquelle il ne se conduit pas ainsi. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations séculaires du magnétisme terrestre.* Note de M. V. Raulin, présentée par M. Mascart.

« Le 18 juin 1866, j'ai adressé à l'Académie, dans un paquet cacheté (n° 2336), les principaux passages d'un long Mémoire qui a été imprimé à la fin de l'année. Je concluais que l'hypothèse d'une rotation du pôle magnétique boréal autour du pôle terrestre, sur la parallèle de 70°, explique et coordonne tous les faits observés en Europe et dans le bassin de l'Atlantique; cette rotation devrait avoir une durée de 600 ans.

» En 1866 j'avançais ce qui suit dans mon Mémoire :

» Pour la *déclinaison*, les observations commencées en 1541, mais plutôt en 1580, à Paris, ont été faites presque chaque année à partir de 1654; aussi cette série est-elle la plus longue et la plus complète qui existe. L'aiguille a marché vers l'ouest jusqu'en 1814, époque à laquelle a commencé son mouvement rétrograde vers l'est. Cette série de 286 ans comprend trois phases : une première de 85 ans (1580-1664) dans l'est du méridien de Paris, décroissante, de 11°30′ à 0°; une moyenne de 150 ans (1664-1814) dans l'ouest, croissante de 0°, ligne sans déclinaison, à 22°,34′, ligne de plus forte déclinaison; une dernière de 51 ans (1814-1865) dans l'ouest, décroissante de 22°34′ à 18°33′. Paris, en 1664, était donc sur une ligne sans déclinaison, plaçant le pôle magnétique sur son méridien 0°. En 1830, Ross a trouvé le pôle à l'île Boothia-Félix par 99°7′. En admettant la régularité du déplacement, il était en 1814 par 87°30′, on peut dire au quart de la circonférence terrestre. En 1814 aussi la déclinaison était à son maximum. Les 150 ans de 1664 à 1814 forment ainsi une phase occidentale, complète, accomplie pendant la progression du pôle d'un quart de la circonférence terrestre. Elle doit donc être considérée comme l'une des quatre phases égales en durée d'un cycle magnétique qui aurait une durée de 600 ans.

» Pour l'*inclinaison*, les observations commencées un siècle plus tard indiquent 75° en 1671. Arago la fixait à 68°36′ en 1814; elle était de 67°40′ en 1830 et de 65°58′ en 1865. Elle a donc constamment décru dans l'ouest et sa phase, qui a déjà une durée de 195 ans, n'est pas terminée.

» D'après l'hypothèse bien fondée de la rotation du pôle magnétique, la déclinaison à Paris a dû croître de 1664 à 1814 et décroître de 1814 à 1866 (ce qui s'est réalisé) et jusqu'en 1964, ce qui ferait 300 ans, la seconde moitié occidentale du cycle. Pendant la première moitié orientale, elle devrait croître de 1964 à 2114 et décroître de 2114 à 2264 pour revenir à 0°. L'inclinaison, de son maximum connu pour 1671, doit décroître dans l'ouest jusqu'en 1814, puis en 1865 (ce qui s'est réalisé) enfin jusqu'à l'arrivée du pôle sur le méridien de Paris en 2264. Elle a diminué de 6°24′ pendant la phase complète de déclinaison croissante, et diminuera peut-être d'une quantité égale pendant la phase décroissante suivante, en complétant la deuxième moitié au méridien de Paris, ce qui la porterait à 62°12′; mais elle ne sera probablement pas aussi réduite.

» En 1901, les 35 années d'observations faites de 1865 à 1900 ont-elles confirmé ou infirmé mes prévisions? En 1840, déjà un Américain J. Lathrop, après 26 années de rétrogradation, avait cru pouvoir annoncer une période de 700 ans. La continuation de cette marche, qui était alors une probabilité, était devenue un fait accompli en 1866. Depuis, la diminution a continué : pour la déclinaison, d'une marche de plus en plus accélérée, et pour l'inclinaison, d'une marche de plus en plus ralentie; marches sinon réelles,

apparentes comme le comporte pour Paris l'hypothèse de la rotation du pôle magnétique; ce qui n'était qu'une probabilité en 1866 a donc acquis le caractère d'une certitude absolue 35 ans après, en 1901.

» La marche décroissante de la déclinaison a été aussi régulière, pendant 77 ans après 1814, que l'avait été sa marche croissante pendant les 78 années précédentes. En effet, la déclinaison, qui était passée de 15°40′ en 1736 à 22°34′ en 1814, avec une différence de 6°54′, était redescendue à 15°35′, pendant le même laps de temps, de 1814 à 1891, avec une différence de 6°59′. Il y a là une régularité, une précision bien remarquables.

» Si, au bout de 78 ans, la déclinaison est devenue ce qu'elle était 77 ans auparavant, il paraît logique d'admettre que, 73 ans plus tard, en 1964, elle se retrouvera ce qu'elle était 72 ans auparavant, en 1664, c'est-à-dire nulle.

» Quant au pôle magnétique, 71 ans après 1830, en 1901, il devrait être par 141°7′ ouest, soit au delà de l'embouchure de la rivière Mackensie; mais, malgré l'appel de M. Peslin en 1866, aucune observation n'a été faite dans ces hautes latitudes.

» Quant à l'inclinaison, qui décroît depuis 230 ans (1671), n'est-il pas probable qu'elle continuera de décroître au moins encore pendant 64 ans jusqu'en 1964, complétant ainsi une phase unique décroissante de 300 ans, de même durée et parallèle à deux de la déclinaison, l'une croissante et l'autre décroissante, comme le veut l'hypothèse de la rotation?

» Il semble qu'il serait fort difficile, pour expliquer ces divers effets, d'avoir recours à une hypothèse plus simple et plus satisfaisante que celle d'un *corps fusiforme* probablement ferrugineux, magnétique à l'égal d'un barreau aimanté, dont les extrémités aboutissent aux pôles magnétiques actuels de la Terre. Quant au déplacement nécessaire pour expliquer celui de tout le système magnétique superficiel du globe vers l'ouest, il suffirait d'admettre que le corps fusiforme et probablement le noyau fluide interne de la Terre sont entraînés un peu moins rapidement que l'écorce consolidée externe, dans le mouvement de rotation diurne de l'est à l'ouest, d'une quantité qui serait $\frac{1}{600}$ de la vitesse de l'écorce terrestre à ses diverses latitudes.

» La confirmation des probabilités émises en 1840 et en 1866 pour la fin du XIXe siècle ne pourrait-elle pas suffire pour transformer l'hypothèse de la rotation du pôle magnétique en *quasi-certitude* et donner une certaine valeur à celles subséquentes, pour le XXe, au moins jusqu'en 1964.

» Et qui pourrait contradictoirement assurer que, à partir de 1964, la

déclinaison et l'inclinaison, qui avaient marché jusque-là dans l'ouest du méridien de Paris, ne reprendront pas une marche dans l'est, ainsi que cela avait lieu depuis la naissance des observations en 1541 jusqu'en 1664, c'est-à-dire pendant 123 ans, et que, en 2264, elles ne seront pas revenues dans la situation de 1664, complétant ainsi le cycle de 600 ans? »

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Expériences d'aéronautique maritime.* Note de M. **H. Hervé**, présentée par M. Cailletet.

« Les recherches expérimentales que nous avons poursuivies depuis 1885, dans le but de rendre accessibles sans témérité aux aérostats les vastes étendues de la mer, ont porté sur quatre points principaux, constituant les bases de l'aéronautique maritime telle que nous l'avons conçue à l'origine de nos travaux :

» 1° L'*équilibre dépendant*, c'est-à-dire au moyen d'organes en contact temporaire ou permanent avec la mer;

» 2° La *dirigeabilité partielle* dépendante, obtenue dans les mêmes conditions et limitée sensiblement à la moitié de l'horizon;

» 3° L'*équilibre indépendant*, réalisé à toute altitude requise, sans communication avec la surface liquide;

» 4° L'*application* des trois méthodes précédentes aux systèmes à dirigeabilité complète et indépendante.

» Le matériel que nous avons imaginé pour résoudre ces quatre termes du problème général comporte autant de parties distinctes et dont l'expérimentation s'impose dans l'ordre indiqué, sous peine de conduire à des catastrophes.

» Il serait funeste, en effet, de conseiller, *dans les conditions particulièrement rigoureuses des expéditions aéro-maritimes*, l'essai des méthodes de dirigeabilité et d'équilibre indépendants, sans avoir assuré la sécurité par la réalisation des fonctions dépendantes. Enfin les trois premières phases sont susceptibles d'être accomplies par de simples aérostats sphériques dépourvus de moteurs. Cette considération est importante, car de longtemps encore les aérostats dirigeables ne seront en mesure, par leur nature même, d'entreprendre des voyages aériens au long cours.

» Il n'existait, avant notre première expérience effectuée en 1886 sur la mer du Nord, aucun matériel efficace de navigation aéro-maritime. L'em-

ploi que nous fîmes, dès cette époque, d'organes extrêmement intensifs d'équilibre, appelés *stabilisateurs*, celui d'engins aquatiques de propulsion appelés *déviateurs*, la séparation complète des fonctions : résistance et équilibre, la prise d'eau de mer à toute allure et avec le minimum de travail au moyen du *compensateur*, enfin de profondes modifications apportées aux diverses parties du matériel habituel : suspension, gréement, forme, etc., firent du *National* le prototype sommaire des ballons maritimes. Ceux-ci, toujours en mesure de trouver la sécurité sur les stabilisateurs intensifs qui leur procurent à la surface de la mer le plan d'équilibre dont ils étaient privés, aptes à évoluer par temps maniable dans un secteur atteignant déjà le tiers de l'horizon, pouvaient dès lors recevoir dans des conditions favorables l'application des méthodes d'équilibre indépendant.

» Des expériences confirmatives s'imposaient toutefois, mais leur prix trop élevé ne nous permit pas de les poursuivre. Il fallut pour cela l'initiative de MM. le comte de La Vaulx et le comte de Castillon de Saint-Victor, aéronautes consommés, auxquels M. le lieutenant de vaisseau Tapissier apporta l'appui de sa compétence spéciale, et qui entreprirent de donner à la navigation aéro-maritime une énergique impulsion, choisirent pour champ d'expériences la Méditerranée et voulurent bien nous confier l'établissement du matériel.

» Le Tableau suivant permettra de comparer les conditions et les résultats des deux voyages du *National* et du *Méditerranéen* :

	Ballons.	
	Le *National*.	Le *Méditerranéen*.
Date de l'expérience	12-13 sept. 1886	12-14 oct. 1901
Capacité	1200^{mc}	3100^{mc}
Gaz	d'éclairage, spécial	hydrogène
Poids ascensionnel initial	864^{kg}	2600^{kg}
Forme	à cône d'écoulement	sphérique
Stabilisateur : type	funiculaire flexible	articulé continu
» poids	80^{kg}	600^{kg}
» intensité	8	120
Déviateur : type lamellaire	*a maxima*	*a minima*
Déviateur : angle limite	65°	40°
Organes de manœuvre	palans	treuils cannelés
Cordages de manœuvre	tresses carrées	tresses imperméables
Compensateur : type	hydraulique direct	»
Compensateur . capacité	80^{dc}	»

	Ballons.	
	Le *National*.	Le *Méditerranéen*.
Frein hydronautique	funiculaire	série de cônes
Guide-rope : poids	12kg	47kg
Nacelle	ordinaire	à magasin
Suspension	articulée	articulée
Altitude moyenne	8m	3m
Écart des températures extrêmes	15°,5	8°
Perte par vingt-quatre heures	environ 3 pour 100	environ 3,5 pour 100
Parcours kilométrique	280	250
Vitesse moyenne du ballon	3m,17	1m,70
Vitesse maxima du vent relatif	»	3m,80
Vitesse maxima du vent absolu	7m environ	6m environ
Durée du voyage	24h30m	41h05m

» Le déviateur du *National* (parti de Boulogne-sur-Mer) lui permit d'atterrir à Yarmouth, alors que le vent tendait à l'entraîner dans l'axe de la mer du Nord; celui du *Méditerranéen* (parti de Toulon) l'empêcha d'atterrir près de Marseille, où le vent le conduisait, et lui permit de prolonger son voyage jusqu'au fond du golfe du Lion.

» Le *point* put être constamment relevé avec exactitude par M. le lieutenant de vaisseau Tapissier.

» On a pu voir que, par rapport aux conditions de force ascensionnelle et de plénitude normales, il manquait environ 700kg au départ, défaut de sustentation imputable en partie au remplissage incomplet de l'aérostat, en partie à la mauvaise qualité du gaz. Il en est résulté qu'une fraction importante du matériel de sécurité, d'équilibre et de direction dut être laissée à terre. Or ce matériel avait été composé de manière à permettre une instructive comparaison entre les engins employés à bord du *National* et les types nouveaux, des mêmes genres, spécialement établis pour le *Méditerranéen*. Nous avons cru devoir choisir les instruments nouveaux, tels que le stabilisateur articulé et le déviateur *a minima*, à l'exclusion des stabilisateurs flexibles du déviateur *a maxima*, du compensateur, etc. Cette composition attribuait en outre, comme il convenait, une importance prépondérante aux moyens d'équilibre, mais en restreignant, par le choix du déviateur, celle des moyens de direction.

» Le nouvel essai réalisé par le *Méditerranéen* a confirmé les espérances qu'avait fait naître celui du *National*. Il reste acquis : 1° que la sécurité des voyages aéro-maritimes, jusque-là si souvent meurtriers, est assurée par l'emploi des méthodes de stabilisation dépendante; 2° que la dirigeabilité partielle peut s'effectuer efficacement dans un secteur de 80° à 120° suivant le type d'engin déviateur adopté.

» Le troisième terme du problème : l'équilibre indépendant, pourra désormais être abordé sans témérité, en même temps que les deux premiers

seront l'objet d'études complémentaires dans les diverses conditions de cette navigation très particulière à laquelle l'expédition de M. de La Vaulx, féconde en résultats, aura donné l'essor. »

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 28 octobre 1901.)

Note de M. *Guyou* accompagnant la présentation de la *Connaissance des Temps pour* 1904 :

Page 676, ligne 15, *au lieu de* des étoiles, *lisez* des lieux terrestres.